

VESIHALLITUKSEN MONISTESARJA

1980:32

Väli raportti

TUTKIMUS INTEGROIDUN METSÄTEOLLISUUDEN
JÄTEVESIEN VAIKUTUKSESTA PURKUVESISTÖN
ELIÖIHIN

Vuosien 1978-79 tutkimukset A. Ahlström Osakeyhtiön Varkauden tehtailla

1980:32

Väli­raportti

TUTKIMUS INTEGROIDUN METSÄTEOLLISUUDEN
JÄTEVESIEN VAIKUTUKSESTA PURKUVESISTÖN
ELIÖIHIN

Vuosien 1978-79 tutkimukset A. Ahlström
Osakeyhtiön Varkauden tehtailla

Kuopion vesipiirin vesitoimisto
Kuopio 1980

VESIHALLITUKSEN
KIRJASTO

VÄLIRAPORTTI
TUTKIMUS INTEGROIDUN METSÄTEOLLISUUDEN VAIKUTUKSESTA
PURKUVESTISTÖN ELIÖIHIN

Vuosien 1978-79 tutkimukset A. Ahlström Osakeyhtiön
Varkauden tehtailla

S I S Ä L L Y S

sivu

1	JOHDANTO	1
2	JÄTEVEDET JA JÄTEVESIEN PUHDISTAMINEN	3
3	TUTKIMUKSET v. 1978	7
3.1	Testit bakteereilla	7
3.11	Materiaali ja menetelmät	7
3.12	Tulokset	7
3.2	Levätestit	13
3.21	Materiaali ja menetelmät	13
3.22	Tulokset	13
3.3	Kalatestit	17
3.31	Menetelmät	17
3.32	Fysiologiset testit	21
3.33	Makutestit	25
3.4	Pohjaeläintestit	27
3.5	Tulosten tarkastelu	28
4	VUODEN 1979 TUTKIMUKSET	30
4.1	Testit bakteereilla	30
4.2	Levätestit	34
4.3	Kalatestit	37
4.31	Menetelmät	37
4.32	Fysiologiset testit	41
4.33	Hartsihappojen pitoisuudet	43
4.34	Makutestit	43
4.4	Pohjaeläintestit	46
4.5	Tulosten tarkastelu	47
4.51	Vuoden 1979 tulokset	47
4.52	Yhteenveto v. 1978 ja 1979 tulok- sista sekä muista vastaavista Suo- messa tehdyistä tutkimuksista	47
4.53	Tutkimuksen jatko	48
	Kirjallisuus	49

1. JOHDANTO

Itä-Suomen vesioikeuden päätöksellä n:o 51/Va/77 kesäkuun 16 päivältä 1977 on A. Ahlström Osakeyhtiö velvoitettu suorittamaan valtiolle vesien-suojelumaksua vuosittain 30.000 mk vuoden 1977 alusta lukien. Maksusta on puolet suoritettava maa- ja metsätalousministeriön kalastus- ja metsästyssosastolle käytettäväksi kalakannan säilyttämiseen jättevesien vaikutusalueella ja puolet vesihallitukselle käytettäväksi vesiensuojelua koskevasta tutkimustyöstä johtuviin menoihin.

Vesiensuojelumaksulla rahoitettavaa tutkimusta valvovan työryhmän ensimmäinen kokous pidettiin huhtikuussa 1978. Työryhmän puheenjohtajana toimi piiri-insinööri Reijo Porttikivi Kuopion vesipiiristä. Työryhmässä olivat mukana DI Pentti Moilanen nimettynä jäsenenä sekä DI Anna-Maija Kuvaja ja FM Reino Panula A. Ahlström Osakeyhtiöstä, DI Olavi Airanne, DI Jukka Vuontela ja limnologi Veijo Miettinen vesihallituksesta, FK Petri Shemeikka ja limnologi Irmeli Taipalinen Kuopion vesipiiristä. Lokakuussa 1978 nimettiin työryhmään lisäksi limnologi Jarmo Kivinen Mikkelin vesipiiristä. V. 1978 lopussa jäivät DI Anna-Maija Kuvaja sekä DI Olavi Airanne pois työryhmästä siirryttyään pois ao. työnantajien palveluksesta. Työryhmä kokoontui kuusi kertaa vuoden 1978 aikana ja kolme kertaa v. 1979 aikana.

Tutkimuksessa päätettiin selvittää monipuolisin biotestein Varkauden tehtaiden jättevesien vaikutuksia purkuvesistön eliöihin. Tarkoituksena on ollut selvittää jättevesien vaikutusta ja puhdistamalla saatavaa käsittelytulosta purkuvesistön kannalta tarkemmin kuin normaaleilla kemiallisilla tarkkailuanalyysillä. Tutkimuksen sivutuotteena pyrittiin kehittämään biologisia testejä sovellettavaksi käytännön jätevesi- ja likaantumistutkimuksiin. Koetoimintaa aloitettaessa vuonna 1978 A. Ahlström Osakeyhtiön Varkauden tehtaiden integroitu puunjälöstusteollisuus käsitti seuraavat tuotantolaitokset; sulfiittiselutehdas, kaksi paperitehdasta, kartonkitehdas, keskuskuorimo, kemimekaaninen massalinja, hiomo, kuumahierrelaitos, puruhierrelaitos, vaneritehdas, pakkaustehdas sekä saha. Vuoden 1979 alussa sulfiittiselutehdas lopetti toimintansa. Prosesseiltaan pitkälle suljettujen tehtaiden jättevedet käsitellään mekaanis-biologisessa puhdistamossa, jonka mekaaninen osa otettiin käyttöön v. 1977 ja biologisen osan koekäyttö oli aloitettu juuri v. 1979 koejakson alkaessa.

Vuoden 1978 kokeet olivat lähinnä tutkimuksia tilanteesta ennen puhdistamon käyttöönottoa. Vuoden 1979 tutkimuksissa, jolloin jätevesien biologinen puhdistus oli jo lyhyen aikaa ollut käytössä, tutkittiin myös puhdistettujen vesien vaikutusta koe-eliöryhmiin. Tällöin koevesistä puuttui kuitenkin sellu-tehtaan jätevedet.

Tehtaiden käynti- ja seisokkiaikojen perusteella kokeiden suorittamisajankohdaksi valittiin syys-lokakuu. Kokeissa käytettyinä eliöryhminä olivat hygieniaa indikoivat bakteerit, planktonlevät, pohjaeläimet ja kalat. Kokeissa käytettiin tehtaiden yläpuolisen Unnukkajärven vettä sekä v. 1978 tehtaiden puhdistamolle tulevaa jätevettä ja v. 1979 sekä puhdistamolle tulevaa että sieltä lähtevää vettä.

Bakteeri- ja levätestit tehtiin Kuopion vesipiirin vesilaboratoriossa, kalatestien akvaariokokeet Varkaudessa tehtaiden puhdistamon tiloissa, jossa kokeiden valvojana toimi vuonna 1978 ins. Anneli Jäppinen ja vuonna 1979 fil.yo. Raija Aaltonen. Kalojen fysiologinen analysointi suoritettiin vesihallituksen laboratoriossa. Työhön osallistuivat Veijo Miettinen ja Marja Ruoppa vesihallituksesta sekä Eira Railo ja Björn-Erik Lönn Helsingin yliopiston eläintieteen laitokselta. Kalojen makutestit tilattiin Valtion teknilliseltä tutkimuslaitokselta.

Tutkimus liittyy vesihallituksen v. 1976 aloittamiin menetelmätutkimuksiin ja lisäksi tutkimuksen tuloksilla on osallistuttu Nordforskin koordinoimaan yhteispohjoismaiseen projektiin "Ekotoxikologiska metoder i akvatisk miljö 1979-1981".

2. JÄTEVEDET JA JÄTEVESIEN PUHDISTAMINEN

Jätevedenpuhdistamolle tulevat eri jakeet sekä puhdistusprosessi vuosien 1978 ja 1979 tutkimusjaksojen aikana on esitetty kuvissa 1 ja 2.

Vuoden 1978 tutkimusten aikana tutkittiin jäteveden laatu 18.10. otetusta näytteestä. Jätevesi oli melko hapanta (pH 4,3), sen sähkönjohtavuus oli 76 mS/m, fosforipitoisuus 1,2 mg/l, kemiallinen hapenkulutus 630 mg O₂/l ja kiintoaineen määrä 390 mg/l.

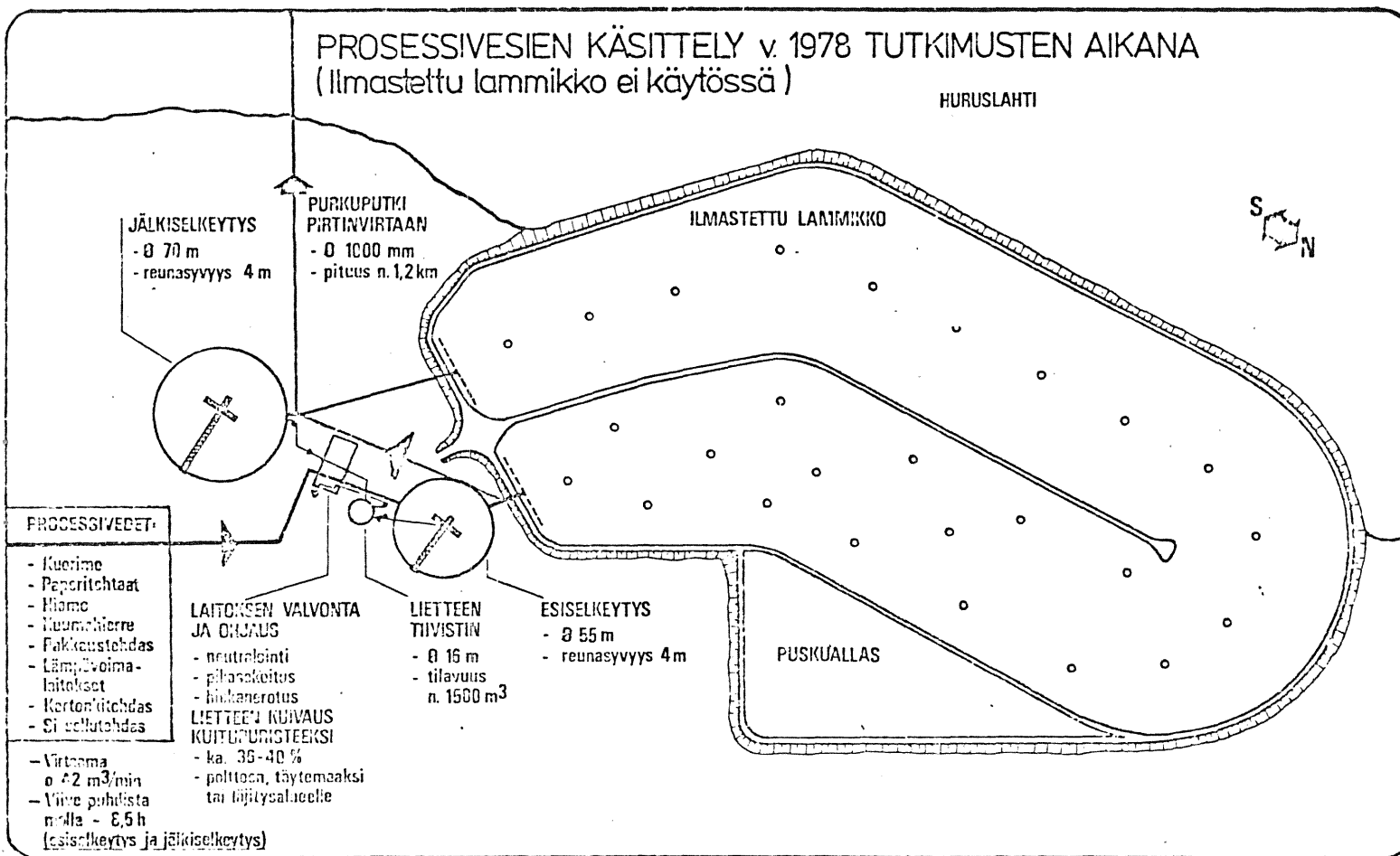
Puhdistamolle tulevan jäteveden pH:n, johtokyvyn, kemiallisen hapenkulutuksen ja kiintoainepitoisuuden arvoja koko koejaksolta on esitetty kuvissa 3 ja 4.

Puhdistamolle tulevan jäteveden osuus v. 1978 vesistössä voimakanavan virtaamaan sekoittuneena oli 0,5 - 0,8 %.

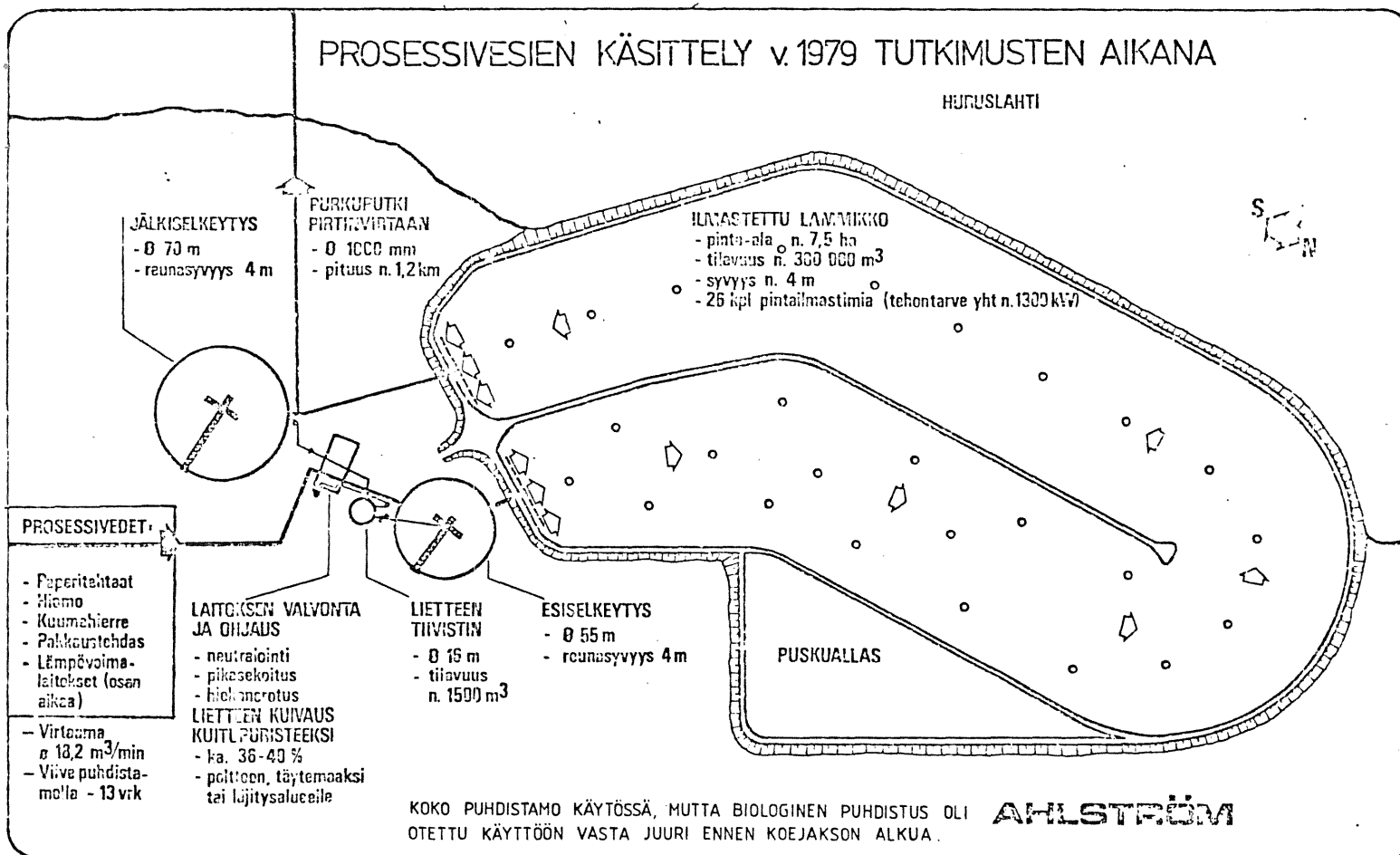
Ennen v. 1979 koejaksoa oli sulfiittiselutehtaan toiminta lopetettu. Jätevedet eivät siten sisältäneet sellun keitossa puusta liukenevia orgaanisia aineita. Vesien johtaminen biologiselle puhdistamolle aloitettiin korjaustauon jälkeen noin viikkoa ennen koejakson alkua. Tehtaan jäteveden pH oli korkeampi ja johtokyky ja kemiallinen hapenkulutus noin puolet pienempi sekä kiintoainepitoisuus samaa suuruusluokkaa kuin v. 1978 tutkimusten aikana. Puhdistamalla jäteveden kiintoainepitoisuus ja kemiallisen hapenkulutuksen arvot pienenivät. Jätevesien laatu vaihteli koejakson aikana, erityisesti puhdistamolle tulevasa vedessä oli kokeen loppupuolella havaittavissa tuhkaa ja kuitumaista massaa.

Hartsihappojen pitoisuus oli puhdistamolta lähtevästä vedestä otetussa kertanäytteessä noin kolminkertainen tulevan veden pitoisuuteen verrattuna. Tämä johtui puhdistamon pitkästä viiveestä koehetkellä ja täten samanaikaisesti otetut näytteet eivät olleet keskenään vertailukelpoisia.

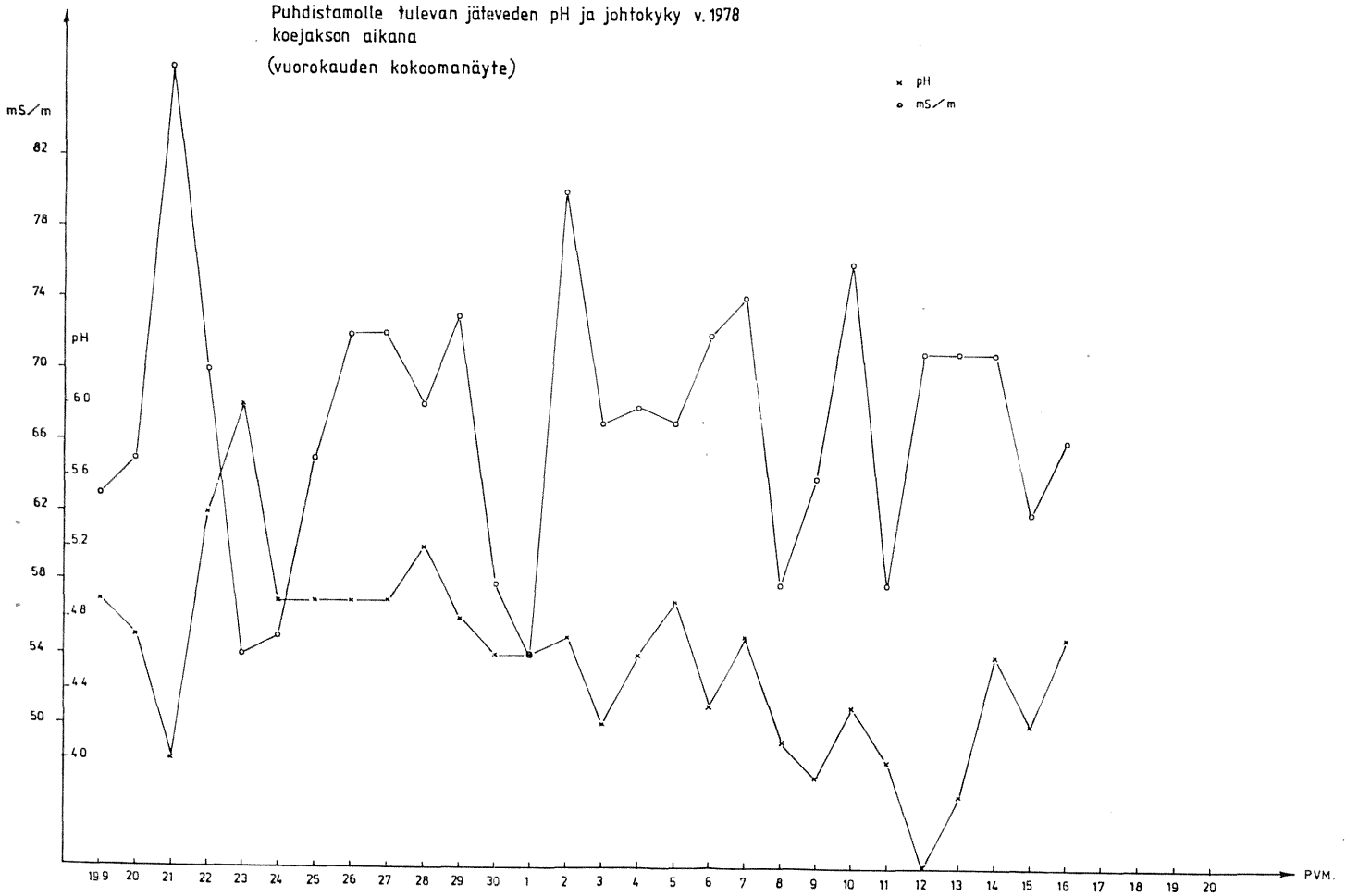
Puhdistamolle tulevan ja vesistöön menevän jäteveden pH-, johtokyky- ja kemiallisen hapenkulutuksen arvoja koko koejaksolta on esitetty kuvissa 5 ja 6.



Kuva 2

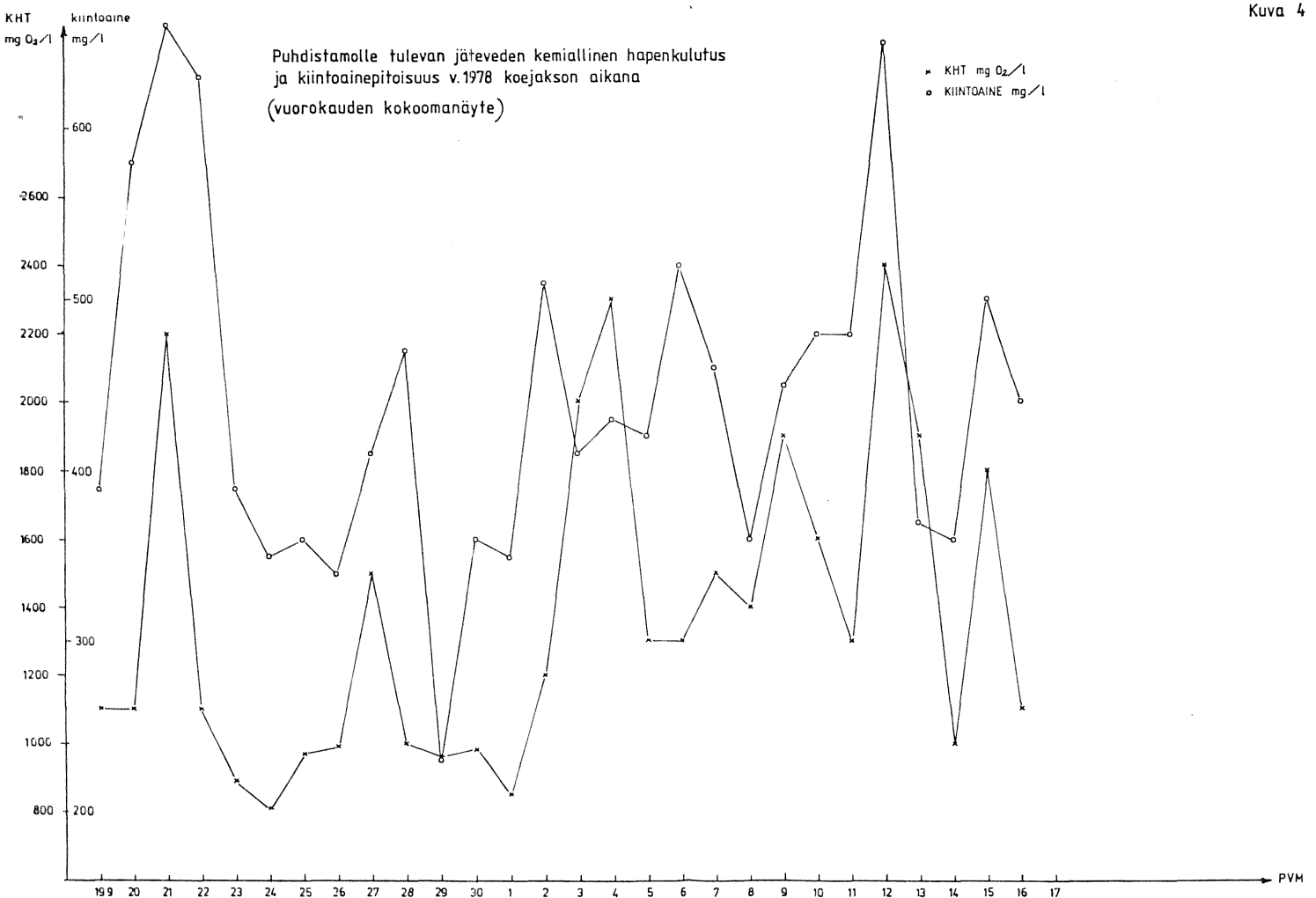


Puhdistamolle tulevan jäteveden pH ja johtokyky v.1978
koejakson aikana
(vuorokauden kokoomanäyte)

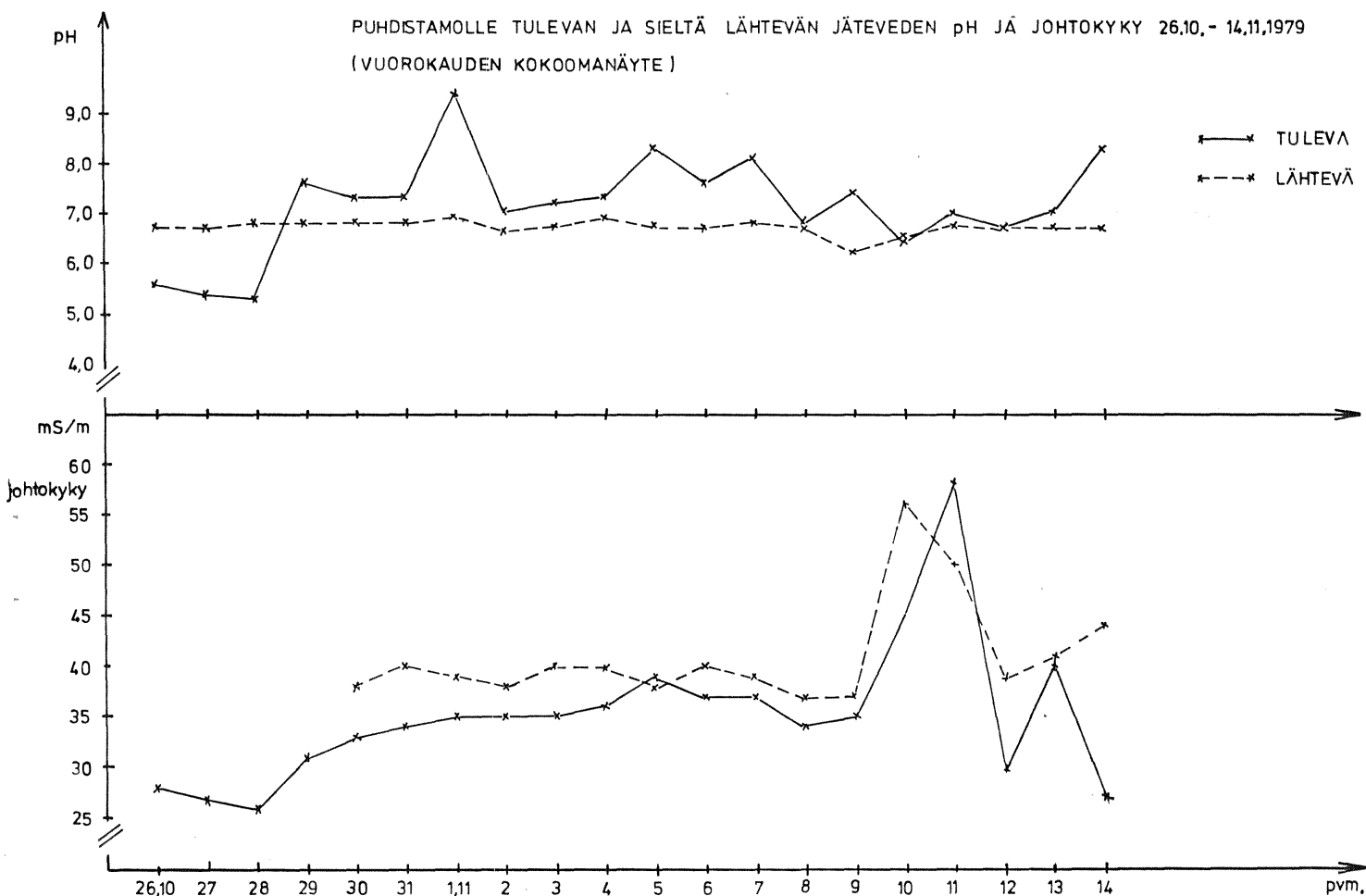


Kuva 4

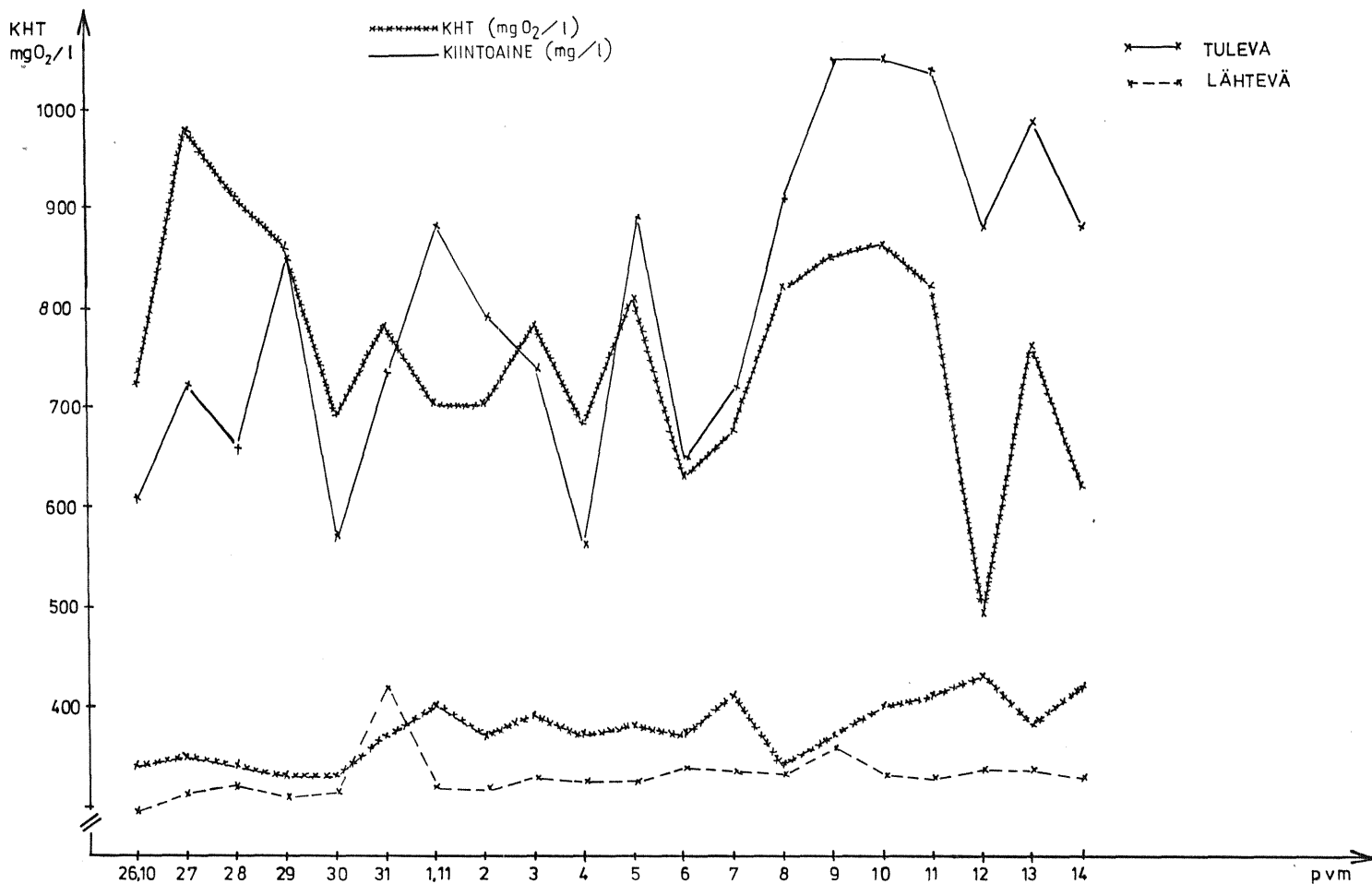
Puhdistamolle tulevan jäteveden kemiallinen hapenkulutus
ja kiintoainepitoisuus v.1978 koejakson aikana
(vuorokauden kokoomanäyte)



1979

PUHDISTAMOLLE TULEVAN JA SIELTÄ LÄHTEVÄN JÄTEVEDEN pH JÄ JOHTOKYKY 26.10. - 14.11.1979
(VUOROKAUDEN KOKOONANÄYTE)PUHDISTAMOLLE TULEVAN JA SIELTÄ LÄHTEVÄN JÄTEVEDEN KEMIALLINEN HAPENKULUTUS
JA KIINTOAINEMÄÄRÄT 26.10. - 14.11.1979
(VUOROKAUDEN KOKOONANÄYTE)

Kuva 6



3. TUTKIMUKSET v. 1978

3.1 Testit bakteereilla

3.11 Materiaali ja menetelmät

Koeorganismina käytettiin bakteerikantaa, joka saatiin eristämällä bakteerit asumajätevedestä LES endon-agar -alustalta. Bakteerikantaa ei tutkittu tarkemmin. Tutkittava jätevesi otettiin tehtaan viemäristä puhdistamolle tulevasta jätevedestä. Koe suoritettiin kahdesti 5.10. ja 18.10. otetuilla jätevesillä. Laimennusvetenä kokeissa käytettiin Unnukajärven vettä, johon tehtaiden jätevedet todellisuudessaakin sekoittuvat. Unnukan veden pH oli 7, sähkönjohtavuus 5 mS/m, fosforipitoisuus 7 µg/l, kemiallinen hapenkulutus 8 mg O₂/l ja kiintoainepitoisuus 1 mg/l. Koevedet laimennettiin 100 ml:n astioihin steriloimattomalla Unnukan vedellä, niin että jäteveden pitoisuuksiksi tuli: 0, 0,1 %, 0,2 %, 0,5 %, 1 %, 2 %, 5 % ja 10 %. Pulloihin lisättiin 1 ml bakteerisuspensiota, jonka tiheys oli noin 10⁹ kpl/100 ml.

Jäteveden vaikutuksia ilmentävässä inkuboinnissa bakteerisuspensiota sisältäviä laimennoksia pidettiin huoneenlämmössä (noin 20°C) ja kylmässä noin 4°C lämmössä. Tämän inkuboinnin jälkeen koevesistä määritettiin bakteeritiheydet kalvosuodatusmenetelmällä. Tässä määrittämisessä laimennusvetenä oli fosfaattipuskuri ja yhden vuorokauden kasvatusajan lämpötilana 37°C. Jäteveden vaikutus bakteereihin pyrittiin siten toteamaan bakteerimäärien muutoksina sinä aikana, jona jätevesi voi vaikuttaa koevesissä bakteereihin. Koeasetelma on esitetty kaaviona kuvassa 1.

3.12 Tulokset

Kokeiden tuloksena lasketut bakteerimäärät on esitetty taulukoissa 1 - 3. Taulukossa 1 on koetulokset jätevedellä, joka otettiin viemäristä 5.10.1978. Taulukoissa 2 ja 3 esitetään tulokset 18.10.1978 otetun jäteveden laimennoksista. Taulukoihin on merkitty bakteeritiheyksien muutoksia osoittavat sarakkeet (lisäyskerroin), jotka ilmaisevat bakteerimäärän muutokset kunkin koejakson aikana. Kuvissa 7 - 9 esitetään kokeiden tulokset graafisesti. Bakteeritiheydet on esitetty suhteellisina siten, että kunkin koeveden alkutiheyttä on merkitty yhdellä ja koejakson lopussa määritetty tiheys ilmaisee muutoksen koejakson kuluessa. Kun lisäyskerroin on yli yhden, on bakteerien määrä kasvanut kokeen kuluessa ja kertoimen ollessa alle yksi bakteerit ovat vähentyneet.

Lokakuun 5. päivän näytteestä tehdyissä kokeissa yhden vuorokauden inkuboinnin (20°C) jälkeen bakteerit olivat lisääntyneet kaikissa laimennoksissa. Lisäys on suurin 5 %:n laimennoksessa ja pienin 10 %:n laimennoksessa. Neljän vuorokauden kuluttua bakteeritiheys oli edelleen kaikissa laimennoksissa suurempi kuin alkutiheys. Verrattuna yhden vuorokauden koejakson jälkeen havaittuun tiheyteen bakteeritiheydet olivat lisääntyneet väkevimmissä laimennoksissa (5 ja 10 %). Muissa konsentraatioissa bakteerien määrä oli vähentynyt. Bakteerit olivat vähentyneet eniten vertailunäytteessä, jossa jätevettä ei ollut lainkaan.

Lokakuun 18. päivän jätevedellä lämpimässä (20°C) tehdyssä kokeessa tulos yhden vuorokauden inkuboinnin jälkeen oli sikäli samanlainen kuin edellisessä, että kaikissa laimennoksissa bakteerien määrä oli lisääntynyt alkutiheydestä. Lisääntyminen oli suurin 5 ja 10 %:n laimennoksissa. Koetta jatkettaessa yhdestä vuorokaudesta viiteen vuorokauteen bakteerien määrä oli lisääntynyt edelleen 2 ja 10 %:n laimennoksissa. Muissa tiheys oli pienentynyt. Bakteerien määrä pieneni eniten vertailunäytteessä.

Kylmässä tehdyssä inkuboinnissa yhden vuorokauden koeajan jälkeen bakteeritiheys oli eri näytteissä muuttunut lämpimässä inkubointiin verrattuna vähän. Määrä oli kasvanut 5, 10 ja 0,1 %:n laimennoksissa, ja muissa se oli pienentynyt. Suurin lisäys oli ollut 10 %:n laimennoksessa, jossa tiheys oli 1,3-kertainen alkutiheyteen verrattuna. Selvimmin tiheys oli pienentynyt 1 %:n laimennoksessa ja vuorokauden kuluttua tiheys oli 40% alkutiheydestä. Viiden vuorokauden koeajan jälkeen bakteeritiheys oli kaikissa näytteissä pienentynyt sekä alkutiheyteen että yhden vuorokauden koejakson jälkeen todettuun tiheyteen verrattuna. Bakteerimäärän reduktio oli ollut suurin 2 ja 10 %:n laimennoksissa.

Taulukko 1

A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

MYRKYLLISYYSTESTI koli-bakteereilla

näytepulloja inkuboitu huoneenlämmössä (noin 20°C) 5.10.1978

Koevesi:						
% jätevetttä	lähtötilanne bakteereita kpl/100 ml	inkuboitu 1 vrk 6.10. kpl/100 ml	lisäysker- roin	inkuboitu 4 vrk kpl/100 ml	lisäys- kerroin alkutil.	lisäys- kerroin 1 - 4 vr
0	17 · 10 ⁹	266 · 10 ⁹	15,6	157 · 10 ⁹ 20 · 10 ¹⁰	9,2	0,6
0,1	55 ·	337 ·	6,1	31 · 10 ¹⁰	5,6	0,9
0,2	32 ·	349 ·	10,9	233 · 10 ⁹	7,3	0,7
0,5	32 ·	422 ·	13,2	36 · 10 ¹⁰	11,3	0,9
1	34 ·	340 ·	10	40 ·	11,8	1,2
2	43 ·	529 ·	12,3	48 ·	11,2	0,9
5	25 ·	512 ·	20,5	67 ·	26,8	1,3
10	48 ·	218 ·	4,5	32 ·	6,7	1,5

Taulukko 2

A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

MYRKYLLISYYSTESTI koli-bakteereilla

näytepulloja inkuboitu huoneenlämmössä 18.10.78

Koevesi						
% jätevetttä	lähtötilanne bakteereita kpl/100 ml	inkuboitu 1 vrk kpl/100 ml	lisäysker- roin	inkuboitu 5 vrk kpl/100 ml	lisäyskerr. alkut.	lisäysker- roin 1 vrk-lo- put.
0	39 · 10 ⁹	61 · 10 ¹⁰	15,6	28 · 10 ¹⁰	7,2	0,5
0,1	44 · 10 ⁹	49 · 10 ¹⁰	11,1	28 · 10 ¹⁰	6,4	0,6
0,5	40 · 10 ⁹	34 · 10 ¹⁰	8,5	28 · 10 ¹⁰	7,0	0,8
1	37 · 10 ⁹	51 · 10 ¹⁰	13,8	29 · 10 ¹⁰	7,8	0,6
2	41 · 10 ⁹	51 · 10 ¹⁰	12,4	58 · 10 ¹⁰	14,1	1,1
5	27 · 10 ⁹	78 · 10 ¹⁰	28,9	62 · 10 ¹⁰	23,0	0,8
10	29 · 10 ⁹	51 · 10 ¹⁰	17,6	71 · 10 ¹⁰	24,5	1,4

Taulukko 3

A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

MYRKYLLISYYSTESTI koli-bakteereilla

näytepulloja inkuboitu kylmässä (+4°C) 18.10.1978

% jätevettä	lähtötilanne bakteereita kpl/100 ml	inkuboitu 1 vrk	lisäysker.	inkuboitu 5 vrk	lisäysk. alk.	lisäysker. 1 vrk-lop- tilanne
		kpl/100 ml		kpl/100 ml		
0	39 · 10 ⁹	30 · 10 ⁹	0,8	14 · 10 ⁹	0,4	0,5
0,1	44 · 10 ⁹	49 · 10 ⁹	1,1	19 · 10 ⁹	0,4	0,4
0,5	40 · 10 ⁹	34 · 10 ⁹	0,9	19 · 10 ⁹	0,5	0,6
1	37 · 10 ⁹	15 · 10 ⁹	0,4	15 · 10 ⁹	0,4	1,0
2	41 · 10 ⁹	37 · 10 ⁹	0,9	7 · 10 ⁹	0,2	0,2
5	27 · 10 ⁹	29 · 10 ⁹	1,1	10 · 10 ⁹	0,4	0,3
10	29 · 10 ⁹	39 · 10 ⁹	1,3	4 · 10 ⁹	0,1	0,1

A.AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

BAKTEERITESTI

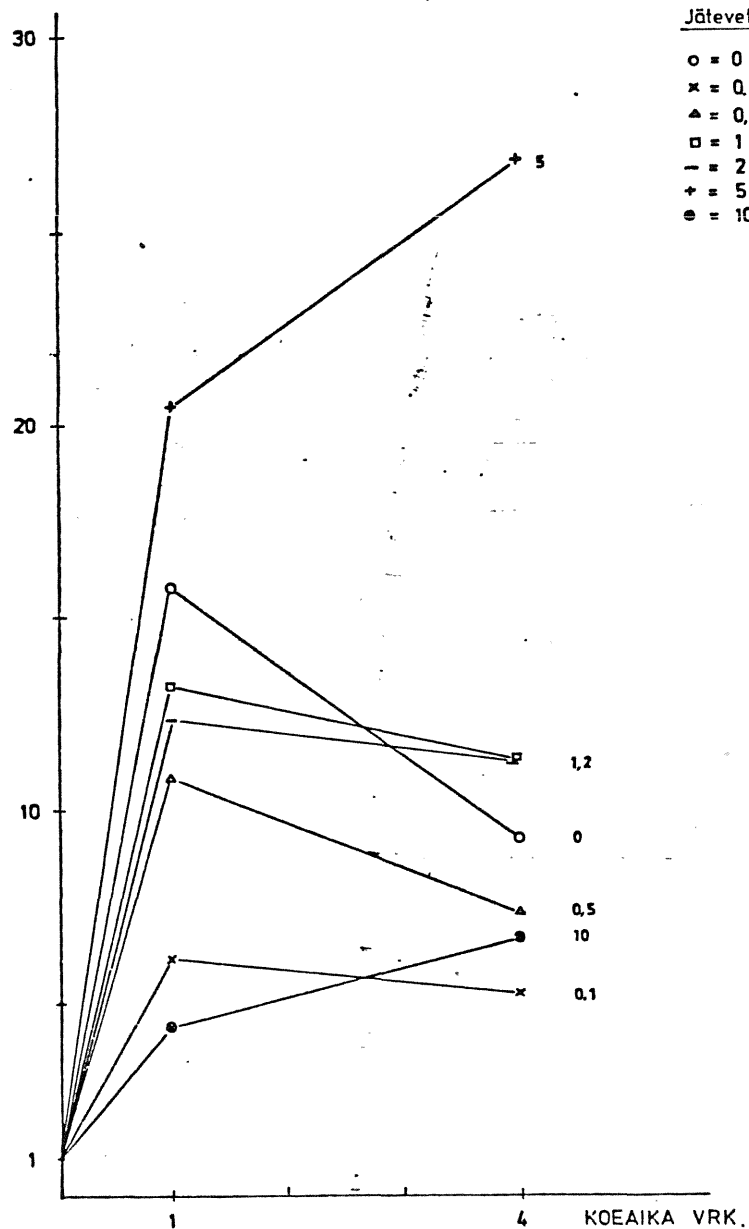
5.10.1978

BAKTEERITIHEYDEN MUUTOS KOEAIKANA (ALKUTIHEYS=1)

BAKTEERITIHEYS ALUSSA $17-55 \times 10^9$ kpl/100ml

INKUBOINTILÄMPÖTILA 20 °C

Suhteellinen
tiheys



BAKTEERITESTI

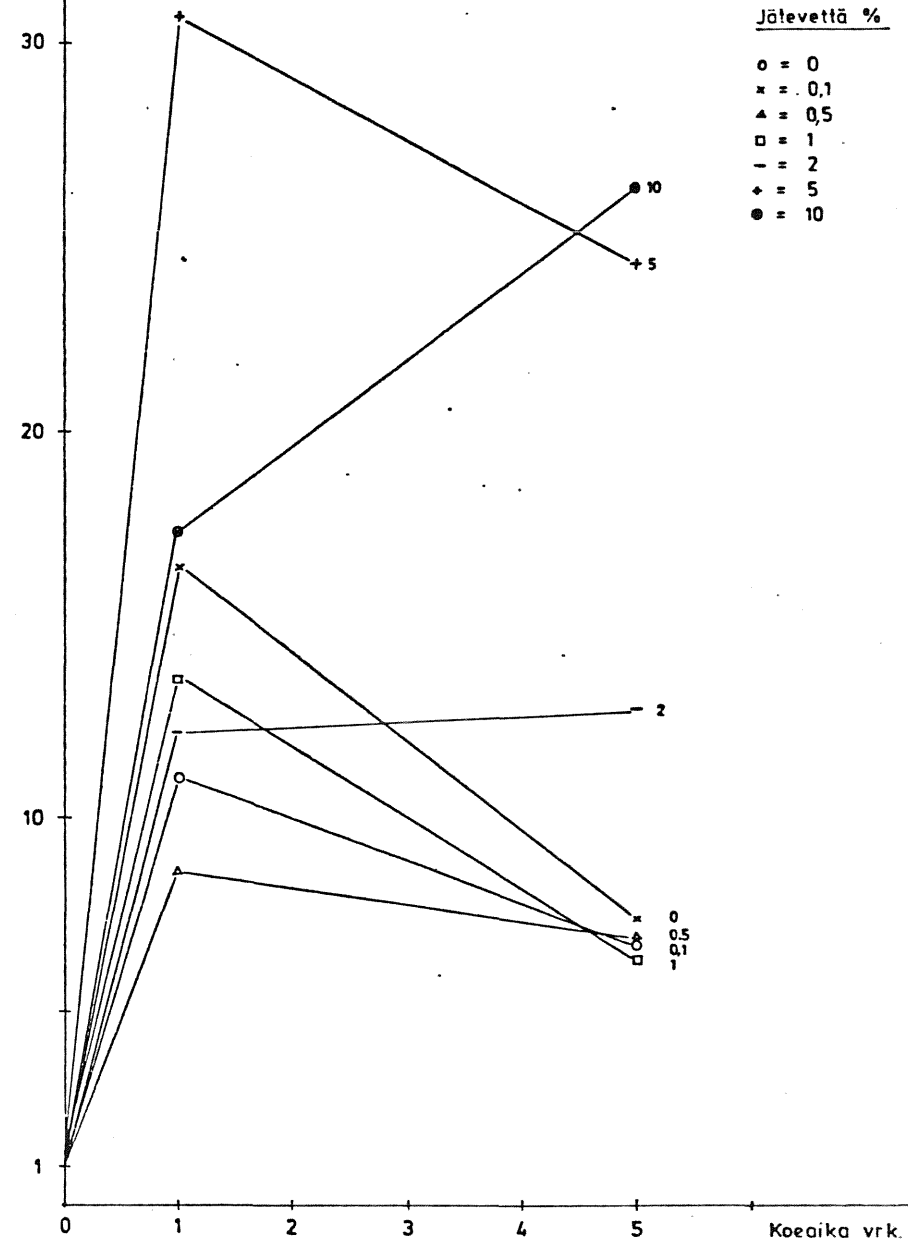
18.10.1978

BAKTEERITIHEYDEN MUUTOS KOEAIKANA (ALKUTIHEYS=1)

BAKTEERITIHEYS ALUSSA $25,5 - 44,5 \times 10^9$ kpl/100ml

INKUBOINTILÄMPÖTILA 20 °C

Suhteellinen
tiheys



3.2 Levätesti

3.21 Materiaali ja menetelmä

Levätesti tehtiin radiohiilimenetelmällä. Koevetenä käytettiin Unnukkajärven vettä, johon lisättiin tehtaiden käsittelemätöntä jätevettä laimennoksiksi 0,1 %, 0,2 %, 0,5 %, 1 %, 2 %, 5 % ja 10 %. Nollatestinä oli pelkkä järvivesi. Leväsuspensionä käytettiin Unnukasta haavilla kerättyä levää, jota 100 ml näytepulloihin lisättiin 1 ml. Radioaktiivisen hiilen liuoksen lisäyksen jälkeen näytteitä inkuboitiin pimeässä ja vakiovalossa (5000 lux) ja 20°C lämpötilassa 1 vrk ja 4 vrk. Inkuboinnin jälkeen näytteet käsiteltiin perustuotantokykystandardin ohjeen mukaisesti ja laskettiin hiilensitoutumisen kuutiometrille vuorokaudessa.

Kokeita tehtiin 22.9., jolloin suoritettiin vain 1 vrk inkubointi, sekä 5.10. ja 18.10.

3.22 Tulokset

Perustuotantokykytulokset on esitetty taulukossa 4 ja kuvissa 10 ja 11. Alkusyksystä leväymppi on ollut elinvoimaisempi eli hiilensitoutuminen on ollut syyskuun koeikerralla selvästi suurempi kuin lokakuun kokeissa. Järviveden laatu ei eri tutkimuskerroilla ole ollut ratkaisevasti erilainen, jäteveden laatu sen sijaan on vaihdellut jonkin verran. Koepulloissa kokeen alussa oli veden pH laimeissa jätevesilaimennoksissa pH 7,0 - 6,6 ja 5 ja 10 % näytteissä pH 6,2 - 5,6.

Jätevesi on stimuloinut tuotantoa pitoisuuksiin 0,5 - 1 % asti 1 vrk:n inkuboinnissa ja 0,5 % asti 4 vrk:n inkuboinnissa. Lokakuun lopun jätevesinäytteen eri laimennoksien perustuotantokykyarvojen välillä ei ole ollut suuria eroja. Neljän vuorokauden tuotantoarvot ovat noin kaksinkertaisia 1 vrk:n arvoihin verrattuna.

Neljä vuorokautta on kuitenkin mahdollisesti ollut liian pitkä radiohiilinäytteen inkubointiajaksi, sillä tässä ajassa ehtinee jo tapahtua hajotusta ja aineiden kiertoa, joten neljän vuorokauden sitoutumisarvot eivät edustane koeajan levätuotantoa. 10 % jätevesi on selvästi inhiboinut kasvua. Pidempään inkuboiduissa näytteissä tuotannon lasku jätevedenpitoisuuksien noustessa yli 0,5 % on ollut varsin jyrkkä.

Pimeäsitoutuminen on ollut varsin voimakasta väkevissä jätevesilaimennoksissa. Sitoutuma-arvot ovat sekä 1 vrk ja 4 vrk inkuboiduissa näytteissä olleet melko tasaiset jätevedenpitoisuuteen 2 % asti, mistä lähtien nousu on ollut jyrkkä. Tämä osoittaa koepulloissa tapahtuvan vilkasta bakteeritoimintaa jätevecen pitoisuuden ollessa suuri.

Taulukko 4

A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

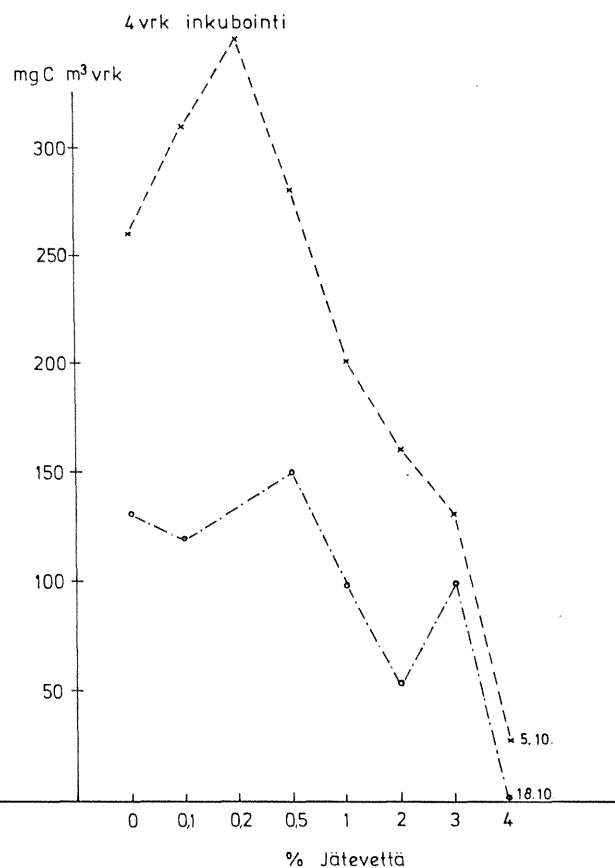
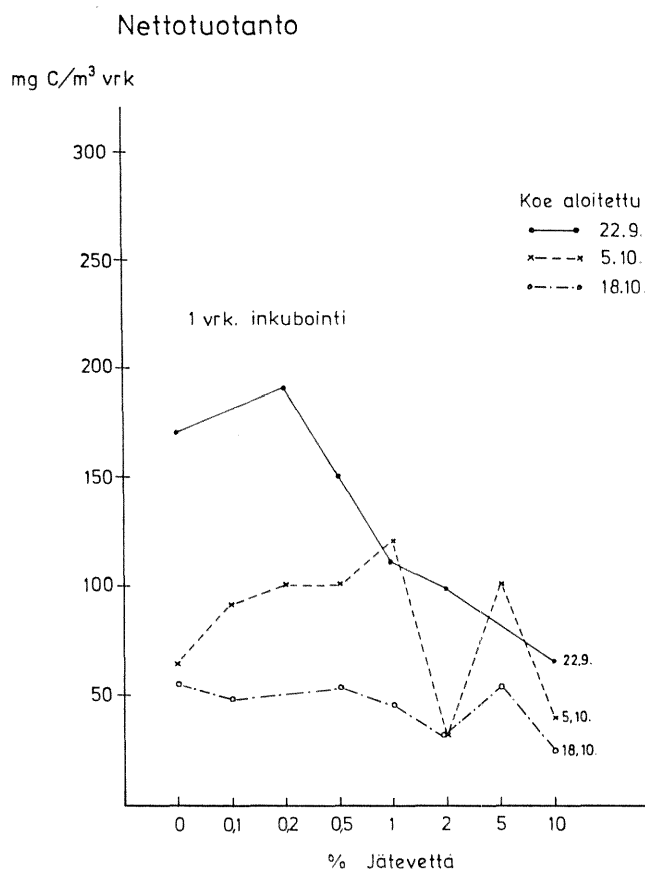
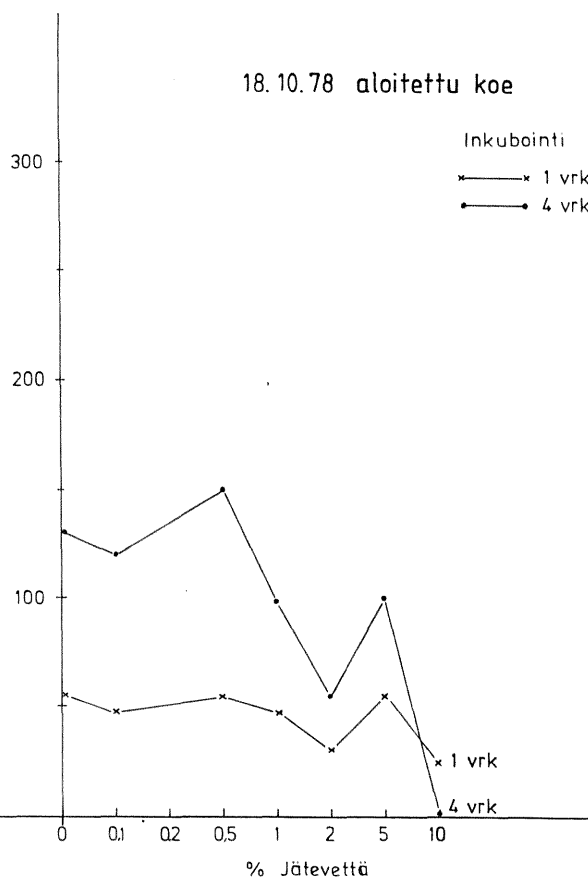
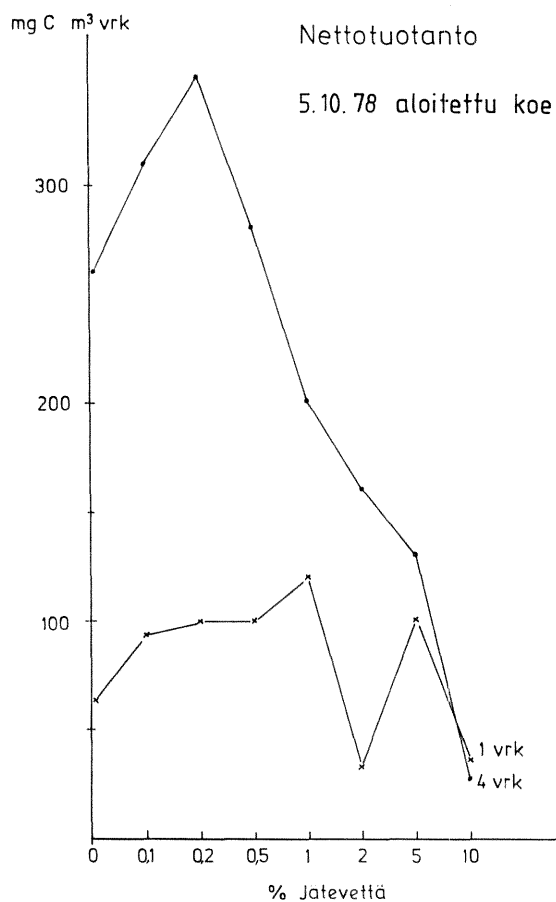
LEVÄTESTI perustuotantokykyymittausten tulokset 1978

Nettotuotanto

mg C/m ³ . vrk	Koe 22.9.	5.10.	18.10.	Koe 5.10.	18.10.
inkubointiaika: <u>1 vrk</u>				<u>4 vrk</u>	
näyte					
Unnukka	170	63	55	260	130
0,1 % jätevetä		91	49	310	120
0,2 % -"-	190	100		350	
0,5 % -"-	150	100	53	280	150
1 % -"-	110	120	46	200	99
2 % -"-	99	32	31	160	54
5 % -"-		100	54	130	100
10 % -"-	64	37	24	27	<0

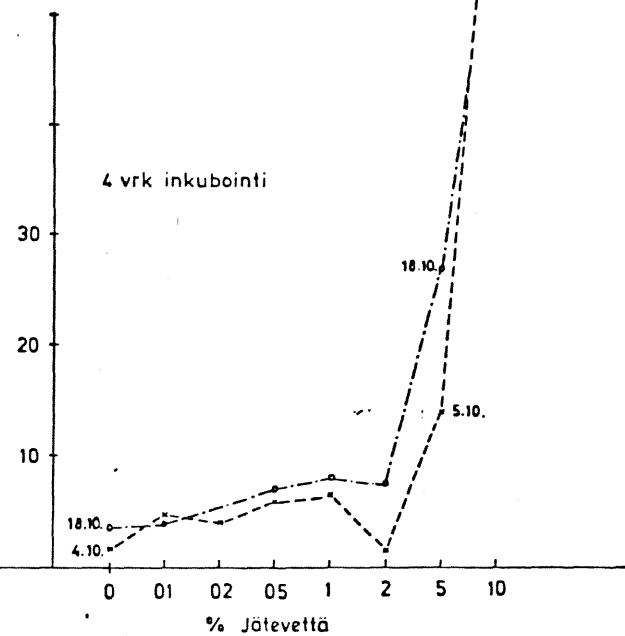
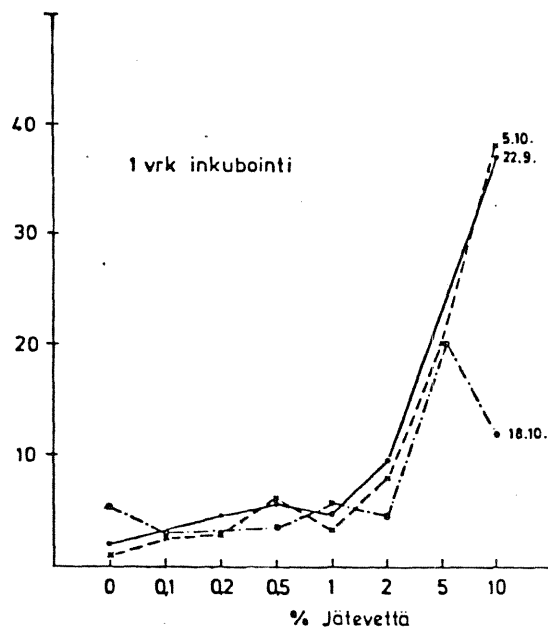
Pimeäsitoutuminen

	<u>1 vrk</u>	22.9.	5.10.	18.10.	<u>4 vrk</u>	5.10.	18.10.
Unnukka		1,9	1,1	5,2		1,6	3,5
0,1 % jätevetä			2,5	2,6		4,8	3,7
0,2 % -"-		4,3	2,7			4,0	
0,5 % -"-		5,7	5,9	3,5		5,7	7,0
1 % -"-		4,8	3,2	5,3		6,3	8,0
2 % -"-		9,4	7,8	4,3		1,4	7,3
5 % -"-			20	20		14	27
10 % -"-		37	38	12		67	71



LEVÄTESTI v. 1978

Pimeäsitoutuminen



3.3 K a l a t e s t i t

3.31 Menetelmät

Akvaariokokeet tehtiin lasisissa kahdeksankulmaisissa akvaarioissa, joissa vesitilavuus oli noin 100 l. Veden vaihto oli järjestetty yläaltaista, jotka täytettiin kerran vuorokaudessa niin, että virtausnopeus oli 300 - 500 l vuorokaudessa eli viipymä akvaariossa 5 - 8 tuntia (kuva 15).

Koeakvaarioita oli kolme, joista yhdessä oli vesistön vettä (vertailukoe), toisessa vesistön veteen lisättyä jätevettä 0,5 % ja kolmannessa 2 %. Koekaloina käytettiin 2-kesäisiä kirjolohia, joiden pituus oli noin 18 cm ja paino noin 65 g. Kalat saatiin Sorsakosken kalanviljelylaitokselta. Jokaisessa akvaariossa oli 10 kalaa (0,5 % akvaariossa 11). Kaloja ruokittiin kuivarehulla kerran vuorokaudessa 21.9. - 13.10. välisenä aikana.

Koe aloitettiin 19.9. ja lopetettiin 16. - 17.10. Akvaariovedestä mitattiin päivittäin lämpötila, pH, sähkönjohtavuus ja happipitoisuus. Koevesien laatu analysoitiin tarkemmin kolme kertaa koejakson aikana. Kalojen käyttäytymistä tarkkailtiin päivittäin.

Vesien analyysitulokset on esitetty kuvissa 12 - 14 sekä taulukossa 5. Tuloksiin vaikuttaneina seikkoina voidaan mainita mm. seuraavaa: Viikonloppuina havaittu pH:n lasku ja johtokyvyn nousu on johtunut siitä, että tällöin ei akvaariosta ole puhdistettu kalojen jätteitä. Lämpötilan lasku 4.10. lähtien on johtunut suurelta osin koehuoneen lämpötilan laskemisesta 50°C. Akvaarioihin asennettiin ilmastimet 21.9.

Kokeen alussa kalat olivat rauhattomia ilmeisesti alhaisen happipitoisuuden takia. Kalat säikkyivät valoja, joten valot pyrittiin pitämään sammutettuihin. 0,5 % jätevedessä kalat söivät innokkaimmin ja puhtasvesiakvaariossa heikoimmin. Muussa käyttäytymisessä ei eri akvaarioiden kalojen välillä havaittu eroja.

Koejakson lopulla kalat pantiin rauhoittumaan yksilöittäin totutuskammioihin vuorokaudeksi, jonka jälkeen niistä otettiin näytteet fysiologisiin analyysiin ja makutesteihin.

Unnukasta tehtaiden yläpuolelta ja Haukivedestä tehtaiden alapuolelta (kuva 16) pyydystettiin 16. - 17.10. särkiä, joista otettiin vuorokauden mittaisen totutuskammiossa pidon jälkeen vastaavat fysiologiset näytteet kuin akvaariokokeen kaloista.

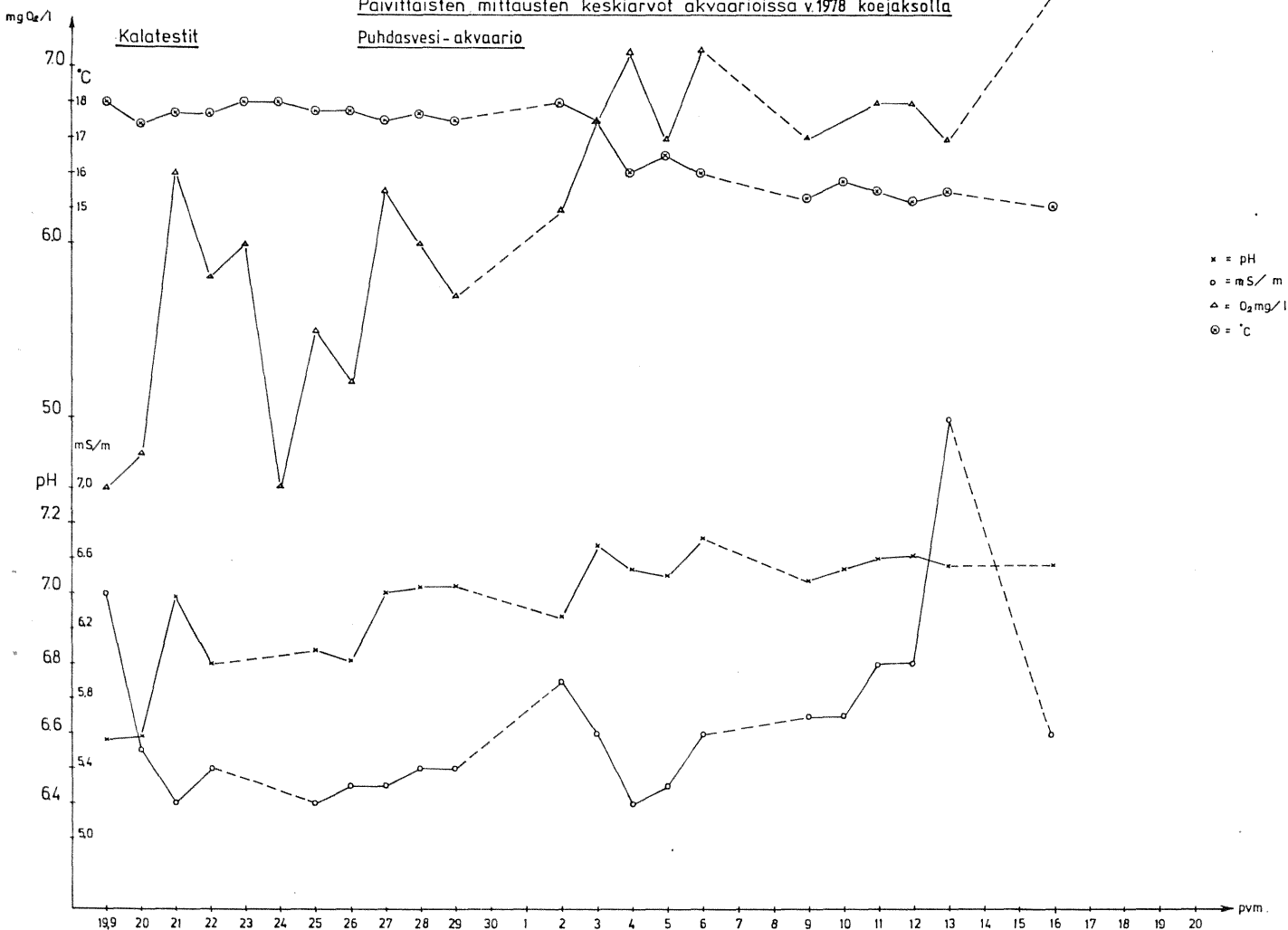
Kliinis-kemialliset analyysimenetelmät ovat Oikari ym. (1979) mukaiset.

A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

Taulukko 5

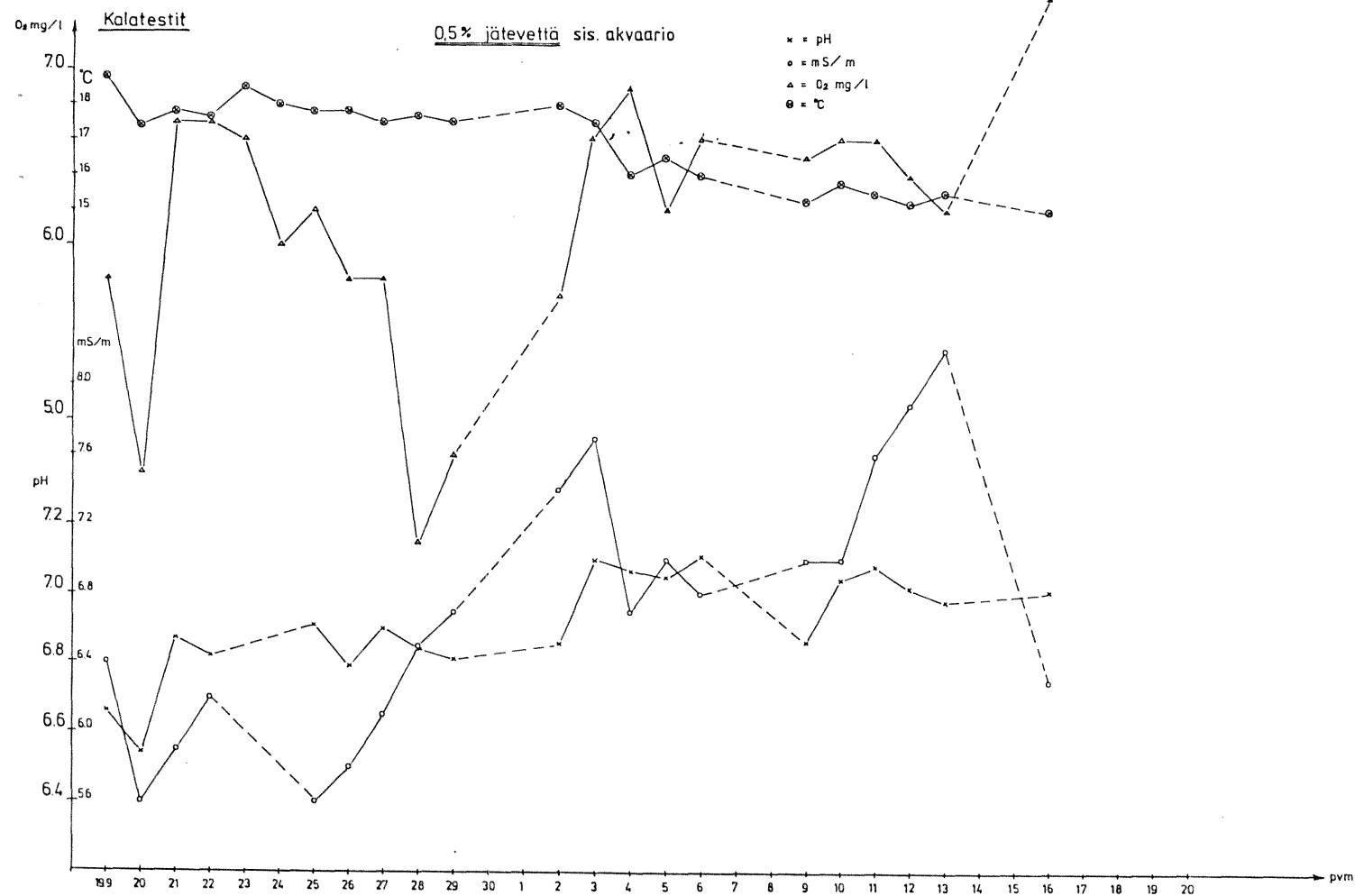
KALATESTIT Akvaarioiden veden laatu 21.9, 4.10 ja 16.10.1978

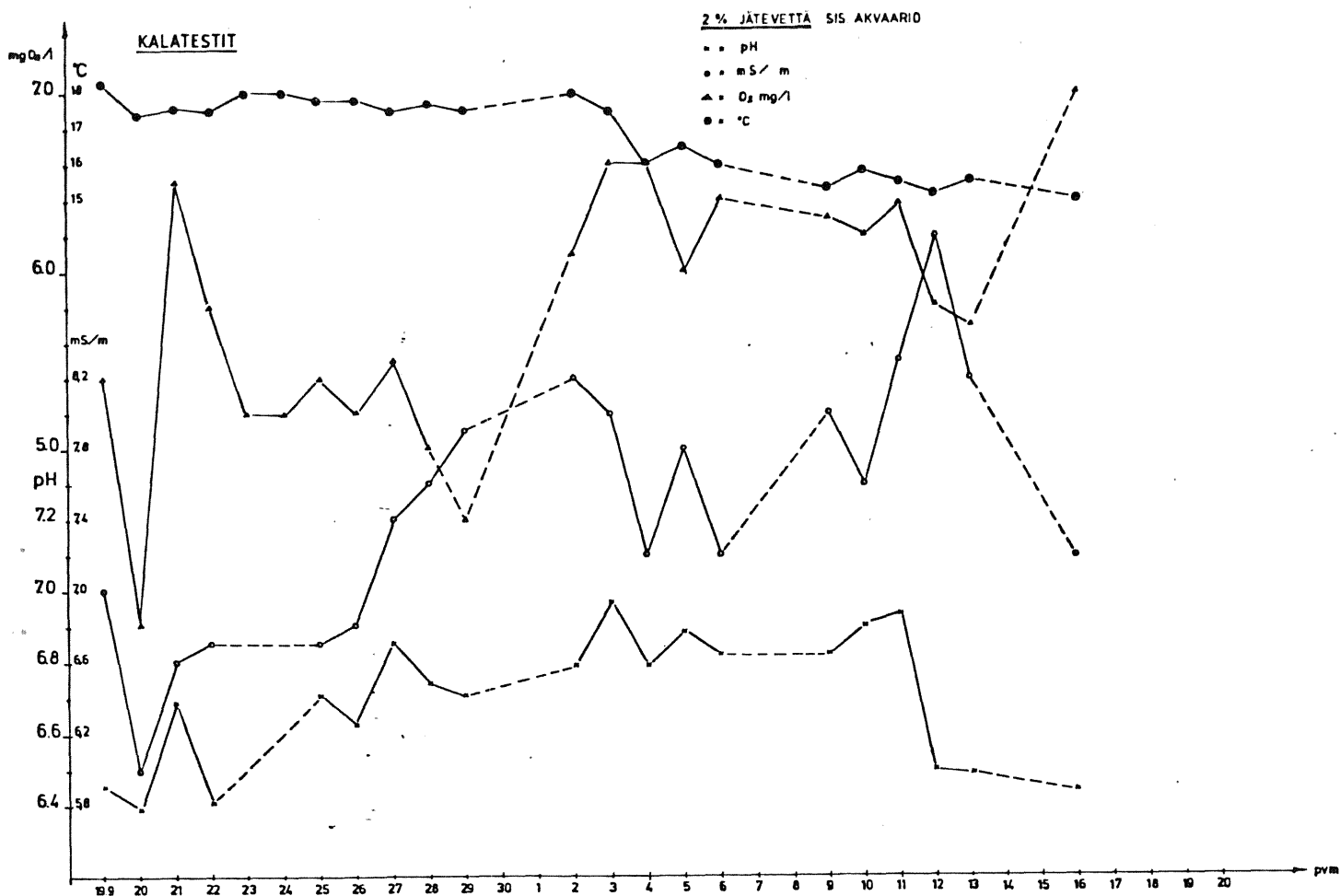
Akvaario	pH			p25 mS/m			alkaliniteet- ti mval/l			happipit. mg O ₂ /l			KHT mg O ₂ /l			kok. P µg P/l			kok. N µg N/l			
	Pvm	21.9	4.10	16.10	21.9	4.10	16.10	21.9	4.10	16.10	21.9	4.10	16.10	21.9	4.10	16.10	21.9	4.10	16.10	21.9	4.10	16.10
Puhdasvesi																						
tuleva	7,1	7,1	7,0	4,8	4,7	5,0	0,16	0,17	0,18	8,8	10,0	9,3	7,8	10,8	7,9		7	6	7	491	353	511
lähtevä	6,7	6,7	6,9	5,2	5,6	5,4	0,19	0,20	0,18	6,2	8,0	8,5	11,2	10,6	8,8		235	249	118	2441	1375	606
0,5 % jätevesi																						
tuleva	6,9	6,9	6,8	5,2	5,0	5,3	0,16	0,16	0,16	8,5	9,4	9,1	10,1	10,6	11,4		12	12	10	709	297	402
lähtevä	6,6	6,6	6,5	5,7	7,0	5,7	0,17	0,25	0,16	5,9	7,5	8,1	15,7	17,3	14,5		210	1113	99	2084	2102	894
2 % jätevesi																						
tuleva	6,6	6,5	6,1	5,6	6,0	6,4	0,14	0,16	0,10	8,0	8,9	6,3	8,2	31,3	36,2		22	58	35	1051	809	507
lähtevä	6,4	6,3	6,0	6,6	7,2	6,8	0,12	0,18	0,09	5,3	7,3	7,0	19,4	21,4	39,8		147	287	166	1279	1590	1282



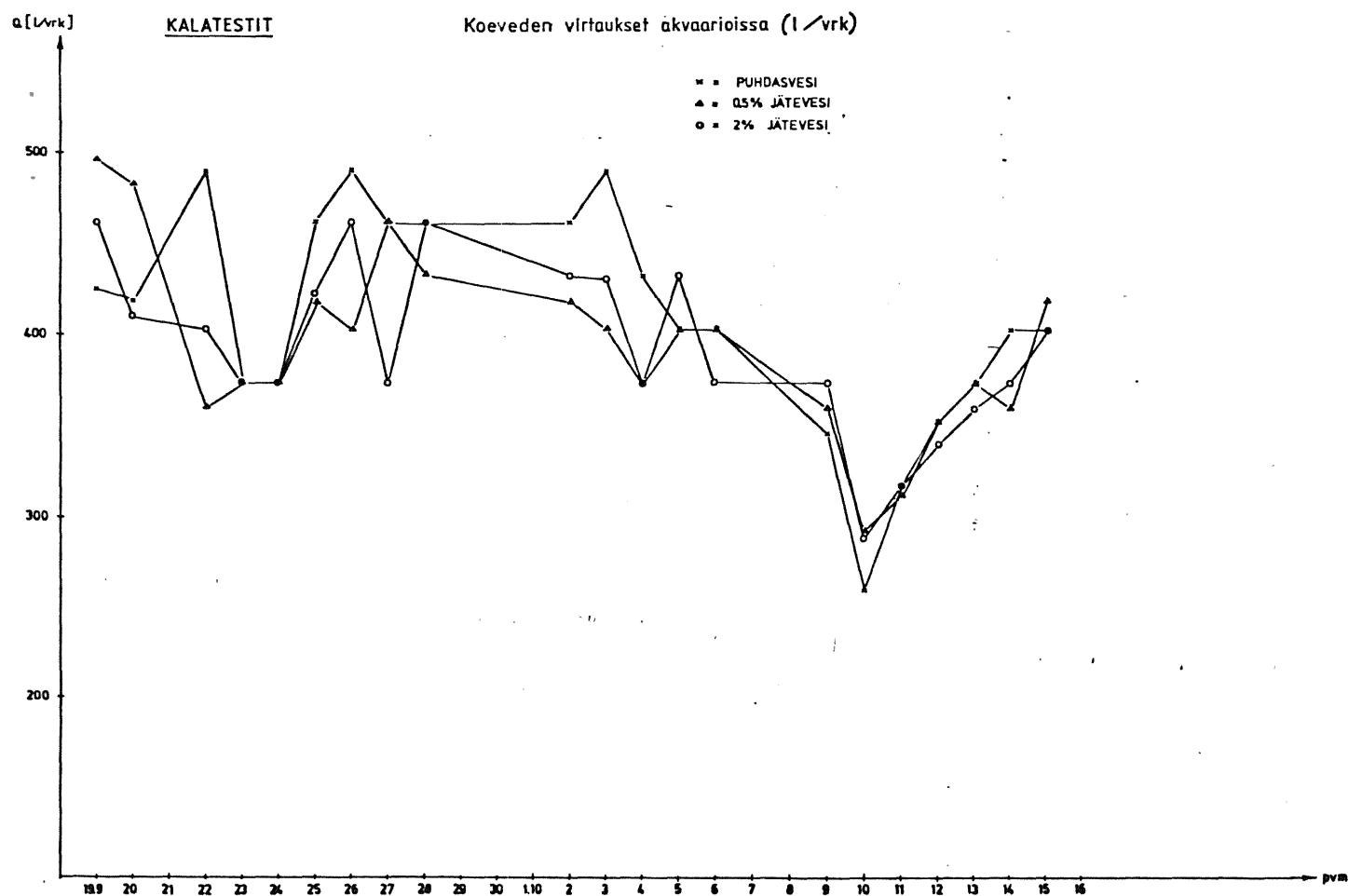
Päivittäisten mittausten keskiarvot akvaarioissa v.1978 koejaksolla

Kuva 13





Kuva 15



3.32 Fysiologiset testit

Fysiologisissa analyyseissa tulosten tulkintaa vaikeuttaa kalojen koon suuri vaihtelu.

Kalojen veren hapenkuljetuskykyä kuvaa ennen kaikkea veren hemoglobiinipitoisuus (Hb). Hemoglobiinipitoisuuden ja hematokriitin (Hkr, punasolujen tilavuusosuus veressä) perusteella laskettu solujen keskimääräinen hemoglobiinipitoisuus (MCHC) osoittaa punasolun kokoa ja kuvaa kalan veren kaasua- ja ionitasapainossa tapahtuvia muutoksia. Tässä saatiin merkitsevä ero vain kahden jätevesiryhmän välille. Pienin vaihtelu tosin oli kontrolliryhmässä mutta syynä saattavat olla kalojen kokoerot. Hematokriitti ja hemoglobiinipitoisuudet ovat normaalina pidettävällä tasolla (taulukko 6).

Kalojen hiilihydraattiainenvaihduntaa kuvaavien veren sokerin (glukoosi) ja maitohapon (laktaatti) pitoisuuksissa, joita käytetään myös kalojen rasitusindikaattoreina, ei ollut eroja eri koeryhmien kesken (taulukko 6).

Kalojen veren plasmasta määritettiin kokonaisproteiinipitoisuus sekä seuraavien entsyymien aktiivisuudet: glutamaatti-oksaloasetaatti-tranferaasi (GOT), joka liittyy aminohappoainenvaihduntaan ja jonka lisääntynyt aktiivisuus kuvaa kudosisvaurioita; laktaatti-dehydrogenaasi (LHD), joka liittyy maitohapon aineenvaihduntaan; koliiniesteraasi (ChE) ja alkaalinen fosfataasi (AP) sekä aivoista asetylkoliiniesteraasi (AChE), jotka kuvaavat mm. erilaisia kudosisvaurioita. Samoin analysoitiin kalojen maksasta UDP-glukuronosyylitransferaasi (UDP-GT), joka kuvaa kalojen vierasainenvaihduntaa (taulukot 7 ja 8). Merkittävimmät erot eri koeryhmien kesken todettiin GOT:n ja UDP-GT:n aktiivisuuksissa. 2 %:ssa jätevedessä altistettujen kalojen LDH-aktiivisuus oli selvästi kohonnut, samoin kuin molempien jätevesiryhmien kalojen ChE-aktiivisuus. Näin ollen jätevesiryhmien kaloissa on todettavissa, joskaan ei kovin voimakaina, fysiologisen tasapainotilan muutoksia. Vastaavia muutoksia ei ollut todettavissa särki-ryhmien välillä (taulukot 9 ja 10).

A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

KALATESTIT

TAULUKKO 6

Syksyllä 1978 A. Ahlström Oy:n jätevedessä neljä viikkoa altistuneiden kirjolohien koko ja veriarvoja: veren hematokriittiarvo, hemoglobiinipitoisuus, punasolujen keskimääräinen hemoglobiinikylläisyys, verensokeri ja veren maitohappopitoisuus. Keskiarvo \pm standardipoikkeama ja vaihteluväli; suluissa analysoitujen kalojen määrä. Keskiarvoja verrattu t-testillä (Student).

	Vertailuryhmä I	P <	Jätevesi, 0,5 % II	P <	Jätevesi, 2 % III	P _{I/III} <
Pituus (x \pm SD, cm)	18,4 \pm 1,5 (10)		18,3 \pm 2,2 (11)		18,7 \pm 1,6 (10)	
Paino (x \pm SD, g)	59,5 \pm 16,7 (10)		64,5 \pm 22,9 (11)		66,8 \pm 21,6 (10)	
Hkr	0,32 \pm 0,08 (10) 0,17 - 0,43	NS	0,29 \pm 0,07 (11) 0,17 - 0,43	NS	0,33 \pm 0,05 (10) 0,24 - 0,38	NS
Hb g/l	73,1 \pm 21,6 (10) 40,6 - 104,3	NS	62,2 \pm 20,4 (11) 24,1 - 100,1	NS	71,0 \pm 25,7 (10) 52,9 - 100,6	NS
MCHC g/l	227,6 \pm 33,5 (10) 234,4 - 260,8	NS	210,4 \pm 32,4 (11) 141,8 - 248,5	0,01	240,8 \pm 18,3 (10) 217,9 - 279,4	NS
Glukoosi mmol/l	3,03 \pm 0,75 (10) 2,01 - 4,72	NS	2,89 \pm 1,12 (10) 1,61 - 5,32	NS	4,83 \pm 3,10 (10) 2,41 - 12,88	NS
Laktaatti mmol/l	0,21 \pm 0,06 (10) 0,11 - 0,30	NS	0,17 \pm 0,08 (10) 0,07 - 0,26	NS	0,20 \pm 0,05 (10) 0,13 - 0,33	NS

NS = ei tilastollisesti merkitsevää eroa

A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

KALATESTIT

TAULUKKO 7

Syksyllä 1978 A. Ahlström Oy:n jätevedessä neljä viikkoa altistuneiden kirjolohien vesiarvoja: plasman entsyymiaktiivisuuksia. Esitetty kuten taulukossa 7.

	Vertailuryhmä I	P <	Jätevesi, 0,5 % II	P <	Jätevesi, 2 % III	P _{I/III} <
ChE mU/ml	76,65 \pm 17,31 (9) 55,22 - 99,76	NS	93,96 \pm 29,35 (9) 55,14 - 145,71	NS	77,65 \pm 12,06 (10) 56,88 - 96,35	NS
AP mU/ml	41,00 \pm 9,27 (6) 22,16 - 46,54	0,01	28,81 \pm 6,00 (4) 19,95 - 33,24	NS	35,46 \pm 10,16 (3) 24,38 - 44,32	NS
LDH U/ml	1,52 \pm 0,52 (10) 0,90 - 2,28	NS	1,51 \pm 0,43 (9) 0,95 - 2,13	NS	1,88 \pm 0,49 (10) 0,13 - 2,76	NS
GOT mU/ml	108,32 \pm 45,41 (9) 58,73 - 211,43	NS	116,16 \pm 43,34 (9) 58,73 - 176,19	0,01	177,66 \pm 67,46 (8) 93,97 - 293,65	0,01
Kokonaisproteiini mg/ml	41,35 \pm 5,30 (10) 31,94 - 46,98	NS	44,58 \pm 8,48 (9) 35,45 - 58,59	NS	44,18 \pm 7,21 (10) 34,49 - 56,26	NS

TAULUKKO 8

Syksyllä 1978 A. Ahlström Oy:n jätevedessä neljä viikkoa altistuneiden kirjolohien kudoksetyymien (maksa: UDP-glukuronosyyli-transfäraasi, UDP-GT; aivot: asetyyliholiiniesteraasi, AChE aktiivisuuksia. Esitetty kuten taulukossa 7.

	Vertailuryhmä I	P	Jätevesi, 0,5 % II	P	Jätevesi, 2 % III	P _{I/III}
UDP-GT uU/mg prot.	222,77 \pm 53,93 (8) 125,60 - 283,83	NS	228,63 \pm 36,30 (9) 178,98 - 272,01	0,001	169,41 \pm 24,79 (10) 179,02 - 208,32	0,01
AChE mU/mg prot.	313,97 \pm 30,80 (10) 255,38 - 365,52	NS	332,25 \pm 57,86 (11) 210,66 - 416,73	NS	341,09 \pm 60,26 (10) 255,68 - 461,47	NS

A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

KALATESTIT

Syksyllä 1978 pyydettyjen särkien koko ja variarvoja: veren hematokriittiarvo, hemoglobiinipitoisuus, punasolujen keskimääräinen hemoglobiinipitoisuus, veren sokeri ja maitohappopitoisuus. Vertailuryhmä A. Ahlström Oy:n Varkauden tehtaiden yläpuolelta ja koeryhmä alapuolelta. Esitetty kuten taulukossa 7.

	Vertailuryhmä	P<	Koeryhmä
Pituus cm	19,7 ± 3,5 (10)		17,8 ± 1,8 (11)
Hkr	0,33 ± 0,04 (10) 0,27 - 0,37	NS	0,33 ± 0,03 (11) 0,29 - 0,37
Hb g/l	78,7 ± 10,1 (10) 64,2 - 93,2	NS	81,4 ± 10,6 (10) 67,2 - 96,2
MCHC g/l	243,3 ± 25,4 (10) 189,5 - 268,3	NS	242,2 ± 32,2 (10) 188,2 - 304,5
Glukoosi mmol/l	8,26 ± 3,05 (10) 3,51 - 12,64	0,01	12,32 ± 4,90 (10) 3,78 - 18,89
Laktaatti mmol/l	0,43 ± 0,06 (10) 0,04 - 0,27	NS	0,23 ± 0,13 (10) 0,06 - 0,48

Taulukko 10

A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

KALATESTIT

Syksyllä 1978 pyydettyjen särkien kudossentsyymien (maksa: UDP-GT; aivot: AChE) aktiivisuuksia. Muut tiedot taulukossa 10. Esitetty kuten taulukossa 7.

	Vertailuryhmä	P<	Koeryhmä
UDP-GT uU/mg prot.	26,47 ± 8,99 (9) 14,21 - 43,90	NS	22,35 ± 6,98 (9) 11,98 - 33,35
AChE mU/mg prot.	580,14 ± 104,82 (10) 425,57 - 718,50	NS	590,94 ± 88,05 (11) 520,18 - 844,26

3.33 Makutestit Makutesteissä, jotka tehtiin Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen elintarvikelaboratoriossa, tutkittiin akvaariokokeissa 2 %:n jätevedessä ja vertailuakvaariossa olleita kirjolohia sekä vesistöistä pyydytetyjä särkiä. Pyyntipaikat on esitetty kartassa 16. Haukivedellä pyyntialue sijaitsee noin 6,5 km päässä purkuputken suulta.

Menettelytavat ja tulokset olivat VTT:n lausunnon mukaisesti seuraavat: Pakastettujen kalojen annettiin sulaa +40°C:ssa, minkä jälkeen ne puhdistettiin. Osa kustakin näytteestä jätettiin arvosteltavaksi raakana, osa keitettiin maistamista varten vesihöyryssä ilman suola- tai muuta lisäystä. Arvosteluun osallistui kuusi kalan makuarvosteluun harjaantunutta henkilöä, joille ei ilmoitettu, mistä kalat oli pyydetty ja mitkä koodatuista näytteistä olivat kontrollinäytteitä. Arvostelussa käytettiin arvopistemenetelmää ja seuraavaa asteikkoa:

- A. Arvostelu raakana
- | | | |
|----------|-------|----------|
| Ulkonäkö | 0 - 2 | pistettä |
| Haju | 0 - 4 | " |
- B. Arvostelu keitettynä
- | | | |
|----------|--------|----------|
| Ulkonäkö | 0 - 2 | pistettä |
| Haju | 0 - 4 | " |
| Maku | 0 - 10 | " |

Annetuista pisteistä laskettiin keskiarvot. Jos mausta oli annettu pisteitä viisi tai vähemmän, oli näytettä pidetty selvästi havaittavan virhemaun perusteella ihmisravinnoksi kelpaamattomana. Arvostelijoiden tuli perustella antamansa alhaiset pisteet ja heidän oli myös mainittava, jos jotakin normaalista poikkeavaa ilmenisi näytteissä.

Taulukossa on arvopisteiden keskiarvot ja arviointi ihmisravinnoksi kelpaavuudesta.

Näyte	Raakana		Keitettynä			Pist. yht.	Ei kelpaavaksi arviointi
	Ulkon. 0-4	Haju 0-4	Ulkon. 0-2	Haju 0-10	Maku		
1. Särki	1,8	2,8	1,7	1,7	2,4	10,4	6/6
2. Särki (kontr.)	2,0	3,3	2,0	3,7	7,0	18,0	0/6
3. Kirjolohi (2 % jätevesi)	1,9	3,0	1,8	1,8	2,8	11,3	6/6
4. Kirjolohi (kontr.)	1,7	3,5	2,0	3,7	7,4	18,3	0/6

Kaikki arvostelijat pitivät koeryhmän särkiä ja kirjolohia ihmisravinnoksi kelpaamattomina selvän jäteliemen maun vuoksi. Molempia kontrolliryhmän kaloja pidettiin laadultaan tyydyttävinä. Sanalliset arvostelut olivat seuraavat:

1. Särki epäpuhtas haju raakana, keitettynä selvä pihkan ja puuteollisuuden jäteliemen haju sekä voimakas jäteliemen maku
2. Särki
(kontr.) tyypillinen särjen haju ja maku, mudan makua
3. Kirjolohi pihkan hajuinen raakana ja varsinkin keitettynä, ruskehtava liha keitettynä, hyvin selvä jäteliemen maku ja haju
4. Kirjolohi
(kontr.) raa'assa kalassa ruodot osittain irronneet, keitettynä heikohko mudan tai rehun haju ja maku, muuten melko hyvä

3.4 P o h j a e l ä i n t e s t i t

Pohjaeläinkokeisiin kerättiin 5.10. Unnukan pohjasta vesisiiroja, joita pantiin 10 kpl 4 l lasipurkkeihin. Purkkeihin vesi tuli ylijooksuna akvaarioista.

Kokeen lopussa 17.10. puhdasvesipurkissa oli neljä elävää ja yksi kuollut, 0,5 % jätevedessä neljä elävää ja kaksi kuollutta sekä 2 % jätevedessä neljä elävää ja yksi kuollut. Osa siiroista oli todennäköisesti huuhtoutunut virtaavan veden mukana. Siirat olivat purkkien pintaosissa, sillä pohjalla vallitsi ilmeisesti hapen puute, mikä johtui pohjalle kertyneen sakan happea kuluttavasta vaikutuksesta.

3.5 Tulosten tarkastelu

Eri eliöryhmillä suoritettut biotestit osoittivat varsin yhtäpitävästi tehtaan puhdistamolle tulevan jäteveden olevan eliöille haitallista kun pitoisuudet ovat suuremmat kuin 1 %.

Lämpimässä tehtyjen bakteerikokeiden tuloksissa ilmeni yhden vuorokauden koejakson aikana selvä bakteerien kasvu. Jäteveden myrkyllisyyttä vuorokauden koejakson aikana ei näiden kokeiden perusteella ilmene, koska bakteerien lisäys suurimmissa jätevesipitoisuuksissa näyttää olevan voimakkaampi kuin pienissä konsentraatioissa tai vertailunäytteessä. Kokeen jatkaminen neljän tai viiden vuorokauden inkubointiaikaan saakka ilmensi, että pienimmissä jätevesipitoisuuksissa tai vertailunäytteissä bakteerien määrä alkoi vähetä. Tämän selityksenä todennäköisesti on se, että bakteerien ravinto koeastioissa oli loppunut, mikä aiheutti niiden kuolemista. Se, että bakteerien määrä lisääntyi pitemmänkin koejakson aikana suurimmissa jätevesikonsentraatioissa osoittaa, että jätevesi sisältää bakteereille käyttökelpoisia ravintoaineita. Käytettyjen laimennosten perusteella voidaan todeta, ettei noin 10 %:n jätevesikonsentraatio osoita yksiselitteisesti myrkyllisiä vaikutuksia bakteereihin, vaan tällaisen jätevesilaimennoksen bakteereita ravitseva vaikutus on suurempi. Tulos ei sulje kokonaan pois sitä, etteikö jätevedellä olisi myös myrkyllistä vaikutusta samanaikaisesti. On nimittäin mahdollista, että ilman myrkyvaikutusta bakteerien kasvu suurissa jätevesikonsentraatioissa olisi ollut kokeissa todettua suurempi. Tätä seikkaa suoritettujen kokeiden tulokset eivät kuitenkaan selvitä.

Kylmässä suoritettujen kokeiden tulokset eroavat selvästi lämpimässä tehdyn kokeiden tuloksista. Kokeissa käytetty lämpötila 4°C on niin matala, että se näyttää estäneen bakteerien kasvun tehokkaasti. Tällöin jäteveden ravinnevaikutus ei ole päässyt hallitsemaksi. Se seikka, että kylmässä tehdystä kokeesta viiden vuorokauden kuluttua bakteerien määrä oli vähentynyt voimakkaimmin suurissa jätevesikonsentraatioissa (2 ja 10 %), viittaa jäteveden bakteereita tappavaan vaikutukseen. Tämä vaikutus ei saadun koetuloksen mukaan ole kuitenkaan voimakas, mikä ilmenee koetulosten verrattain suuresta hajonnasta.

Levätesteissä oli selvimmin nähtävissä jäteveden tuotantoa inhiboiva vaikutus. Suuret pimeäsitoutumisen arvot suurissa jätevesipitoisuuksissa tukevat jäteveden toimimista bakteerien kasvualustana, mikä todettiin bakteerikokeissa.

Testitulosten perusteella jätevesillä on purkualueella, missä niiden pitoisuus on noin 1 % kokonaisvirtaamasta, lievästi leväkasvua inhiboiva vaikutus, mutta alempana vesistössä, missä jäteveden pitoisuus on laimentunut, vaikutus on leväkasvua lisäävä.

Kalakokeissa suurempi jätevesipitoisuus huononsi kalojen fysiologista tilaa. 2 % jätevesipitoisuudessa olleet kalat olivat myös ulkoisesti muita kaloja huonommassa kunnossa (evä- ja ihovauriot).

Varkaudesta ylä- ja alavirtaan tutkittujen särki-ryhmien fysiologisessa tilassa ei ollut eroja.

Makutesteissä todettiin selvä ero kontrollikalojen ja jätevesiakvaariossa pidettyjen sekä tehtaan alapuolisen vesialueen kalojen maussa.

Pohjaeläinkokeessa koejärjestely osoittautui epäonnistuneeksi, joten tuloksilla ei ole osoittavuutta.

4. VUODEN 1979 TUTKIMUKSET

4.1 T e s t i t b a k t e e r e i l l a

Testeissä käytetty bakteerikanta eristettiin Savon Sellun jätevedestä ja identifioitiin *Escherichia coli*ksi. Tehtaan puhdistamolle tulevasta ja sieltä lähtevästä jätevedestä tehtiin pitoisuudet 0,2 %, 0,5 %, 2 % ja 10 % Unnukan veteen, jonka laatu oli tutkituilla ominaisuuksiltaan hyvin samanlainen kuin edellisen vuoden koejakson aikana. Nollakoe tehtiin puhtaaseen järviveteen. Testattavat jätevedet otettiin 29.10. Koeaikoina oli yksi, kaksi ja kolme vuorokautta ja inkubointilämpötiloina oli 20°C ja 40°C.

Taulukossa 11 on esitetty bakteerien määrät ja muutoskertoimet koejakson aikana. Kuvissa 17 ja 18 bakteeritiheydet on esitetty graafisesti suhteellisin arvoina samoin kuin v. 1978 tulokset.

Bakteeritiheyksien muutokset koeaikana olivat erittäin pienet ja erot eri jätevesilaimennosten välillä merkityksettömät. Ainoastaan puhdistamolle tulevan jäteveden 2 %-laimennos näyttää jonkin verran lisääneen bakteerien kasvua kokeen alkupäivinä. Ilmeisesti sellun valmistuksessa syntyvien jätevesien puuttuminen on ollut syynä siihen, että edellisellä vuonna havaittua bakteerimäärien lisääntymistä ei todettu eli jätevesilaimennoksissa ei ollut bakteereille soveliaista ravintoa. Myöskään myrkkyyvaikutusta ei voitu todeta.

A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

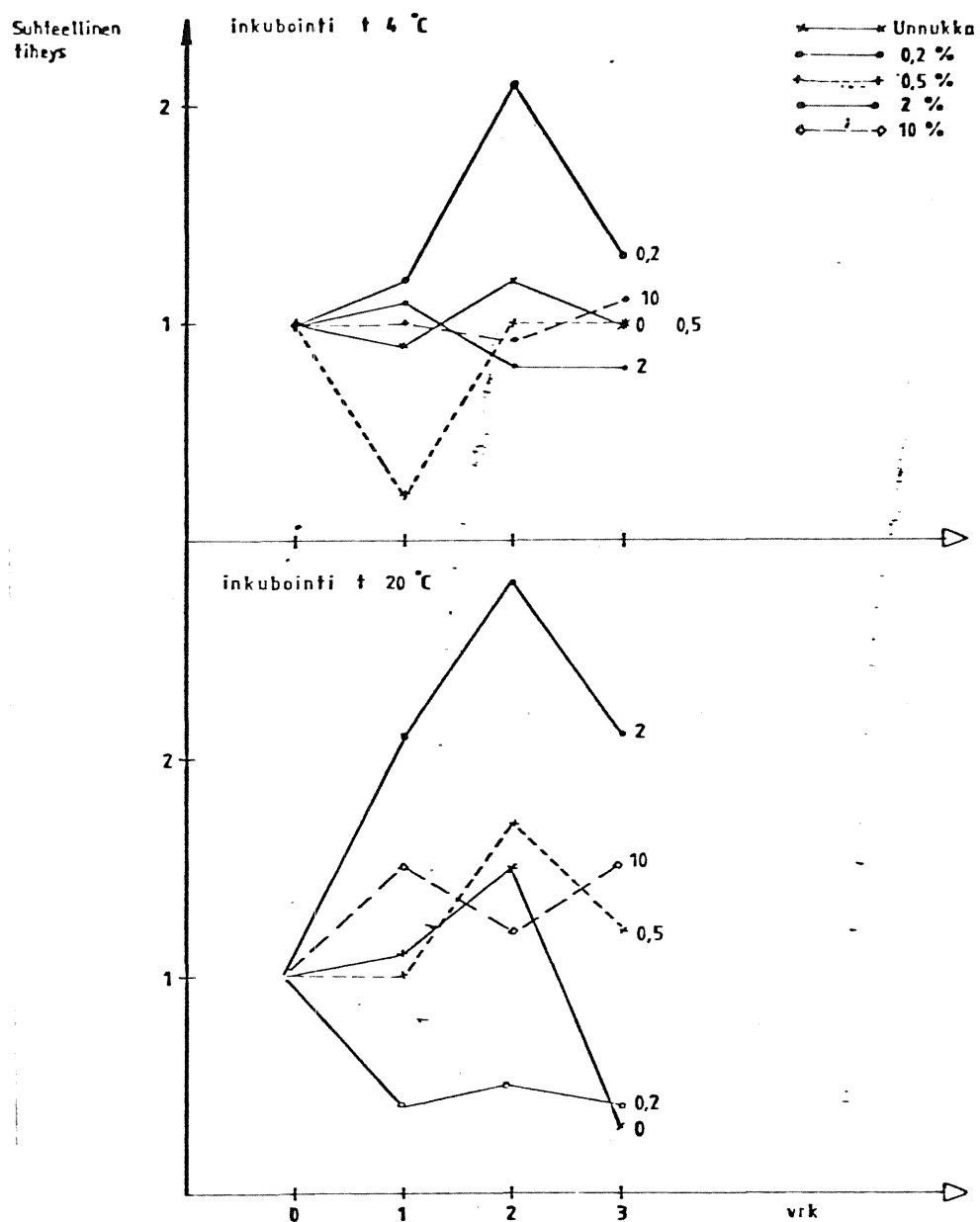
Myrkyllisyystesti kolibakteereilla 29.10. - 1.11.1979

inkubointi
t°C 20

koevesi % jätevettä		lähtö- tilanne 10 ⁶ kpl/ 100 ml	inkuboi- tu 1 vrk 10 ⁶ kpl/ 100 ml	lisäys- kerroin 0-1 vrk	inkuboi- tu 2 vrk 10 ⁶ kpl/ 100 ml	lisäys- kerroin 0-2 vrk	lisäys- kerroin 1-2 vrk	inkuboitu 3 vrk 10 ⁶ kpl/ 100 ml	lisäys- kerroin 0-3 vrk	lisäys- kerroin 2-3 vrk
lähtevä	0	16	17	1,1	24	1,5	1,4	4	0,3	0,2
	0,2	34	27	0,8	23	0,7	0,9	9	0,3	0,4
	0,5	23	30	1,3	24	1,0	0,8	11	0,5	0,5
	2	29	29	1,0	21	0,7	0,7	15	0,5	0,7
	10	19	27	1,4	30	1,6	1,1	10	0,5	0,3
tuleva	0,2	50	20	0,4	26	0,5	1,3	20	0,4	0,8
	0,5	21	20	1,0	35	1,7	1,8	26	1,2	0,7
	2	18	38	2,1	51	2,8	1,3	38	2,1	0,7
	10	27	40	1,5	33	1,2	0,8	40	1,5	1,2

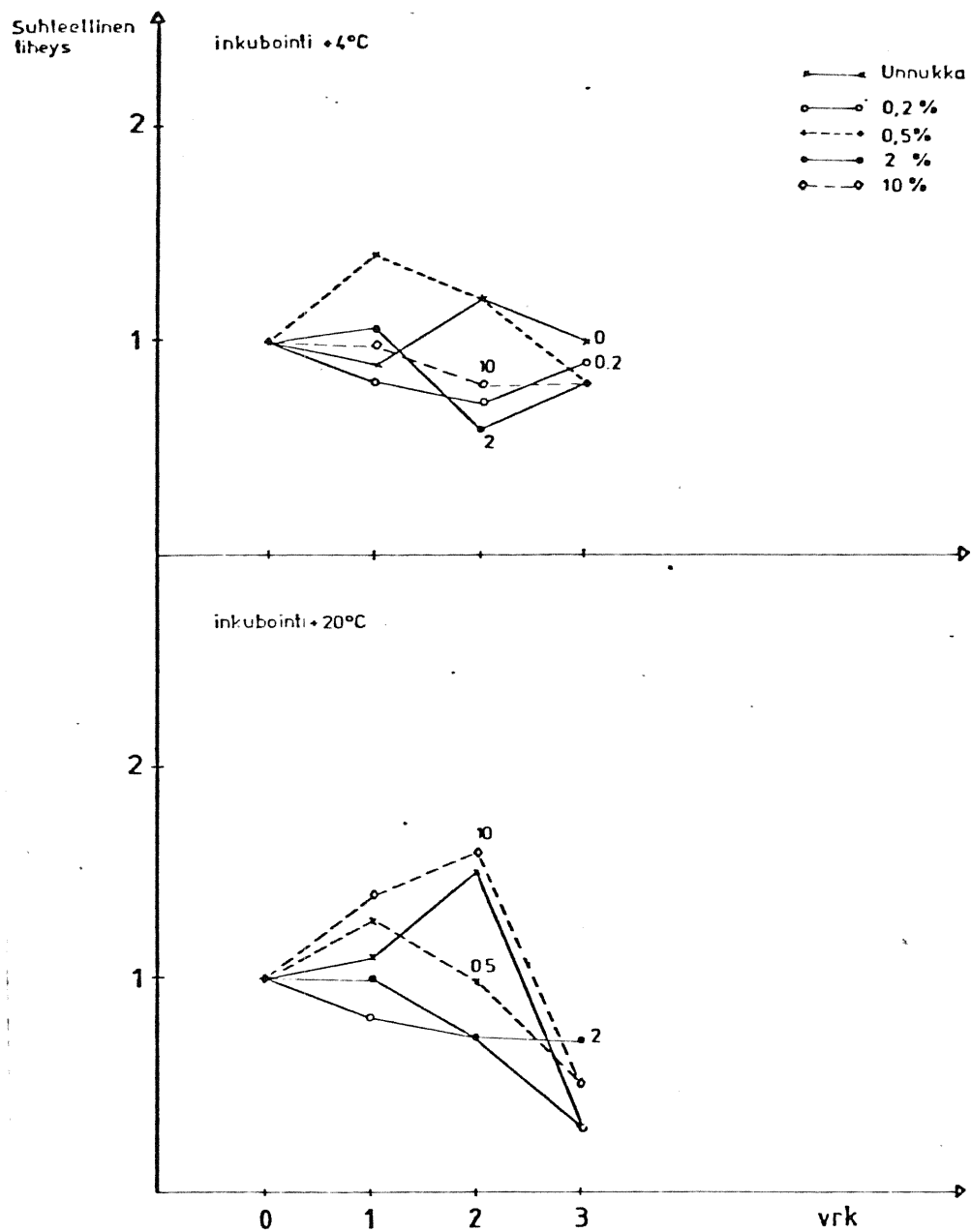
inkubointi
t°C 4

lähtevä	0	21	19	0,9	26	1,2	1,4	20	1,0	0,8
	0,2	23	19	0,8	17	0,7	0,9	21	0,9	1,2
	0,5	21	29	1,4	26	1,2	0,9	17	0,8	0,7
	2	20	32	1,1	19	0,6	0,6	24	0,8	1,3
	10	26	25	1,0	22	0,8	0,9	21	0,8	1,0
tuleva	0,2	19	23	1,2	39	2,1	1,7	25	1,3	0,6
	0,5	24	5	0,2	23	1,0	4,6	24	1,0	1,0
	2	24	26	1,1	18	0,8	0,7	20	0,8	1,1
	10	27	27	1,0	25	0,9	0,9	30	1,1	1,5



KOLIBAKTEERITESTIT, PUHDISTAMOLTA LÄHIEVÄ JÄTEVESI (52 KIRKASTE)

BAKTEERITIHEYDEN MUUTOS KOEAIKANA 29.10 - 1.11.1979

BAKTEERITIHEYYS ALUSSA $16-34 \cdot 10^6$ KPL/100 ML

4.2 L e v ä t e s t i t

Koejärjestely poikkesi edellisenä vuonna toteutetusta siten, että näytevesiä inkuboitiin huoneenlämmössä lampunvalossa ensin 0 - 3 vrk, minkä jälkeen lisättiin radiohiiliä ja suoritettiin 1 vrk inkubointi vakiovalossa 20°C lämpötilassa. Jätevesien pitoisuuksina olivat 0,2 %, 0,5 %, 2 % ja 10 %.

Perustuotantokykytulokset on esitetty taulukossa 12 ja kuvissa 19 ja 20. Koeastioissa on pH ollut 6,9 - 7,3 ja alkaliniteetti 0,14 - 0,21 ja 10 %-näytteissä 0,26 - 0,35 mval/l. Koe aloitettiin 29.10.

Väkevin, 10 %-jätevesilaimennos on selvästi inhiboinut levien yhteyttämistä samoin tulevan jäteveden 2 %-liuos jonkin verran kokeen alussa. Koejakson lopussa on leväkasvu lisääntynyt tulevan jäteveden 2 %-laimennoksessa ja lähtevän jäteveden 0,5 %- ja 2 %-laimennoksissa. Vertailunäytteessä, tulevan jäteveden laimennoksissa 0,2 % ja 0,5 % sekä lähtevän jäteveden laimennoksissa 0,2 % on perustuotantokyky kohonnut hieman ensimmäisen vuorokauden inkuboinnin jälkeen, mutta alentunut kokeen jatkuessa.

Tulokset ovat hyvin samansuuntaiset kuin edellisen vuoden kokeissa eli 10 % jätevesi on levien elintoiminnoille vahingollista ja laimeammat pitoisuudet jonkin verran lisäävät levien tuotantoa.

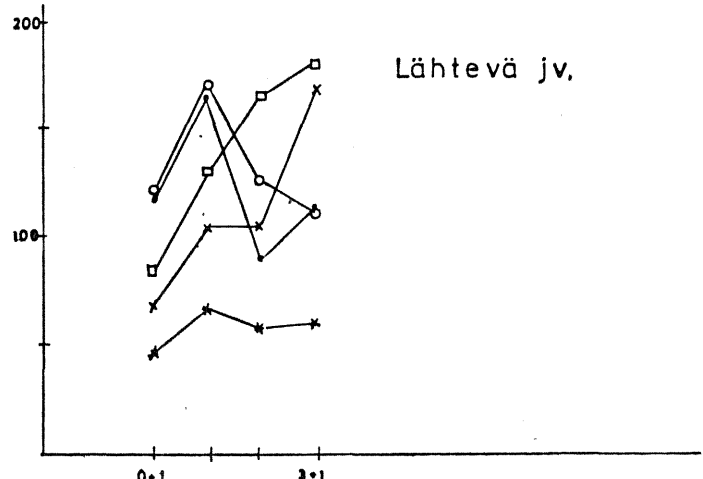
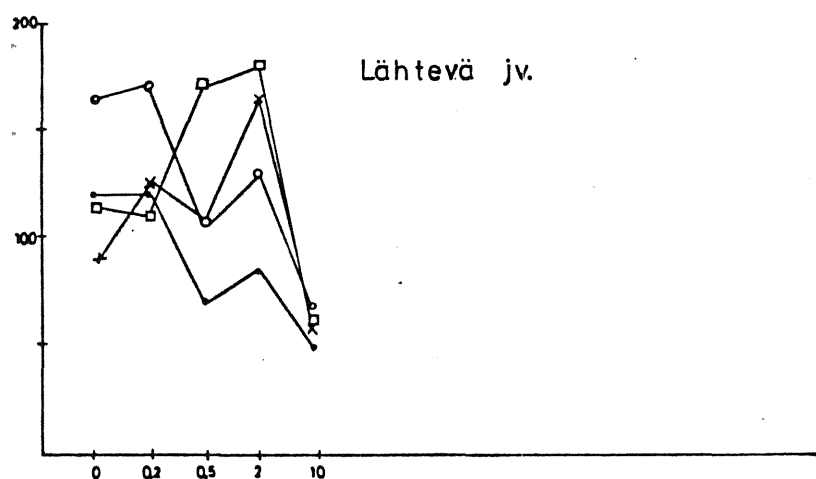
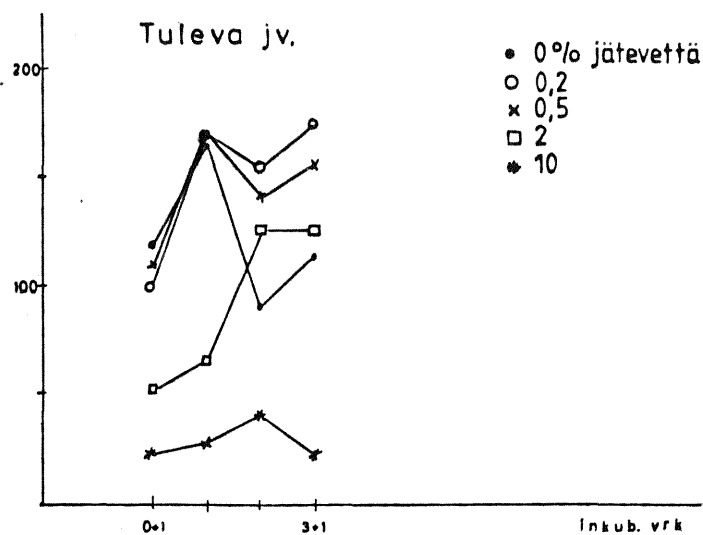
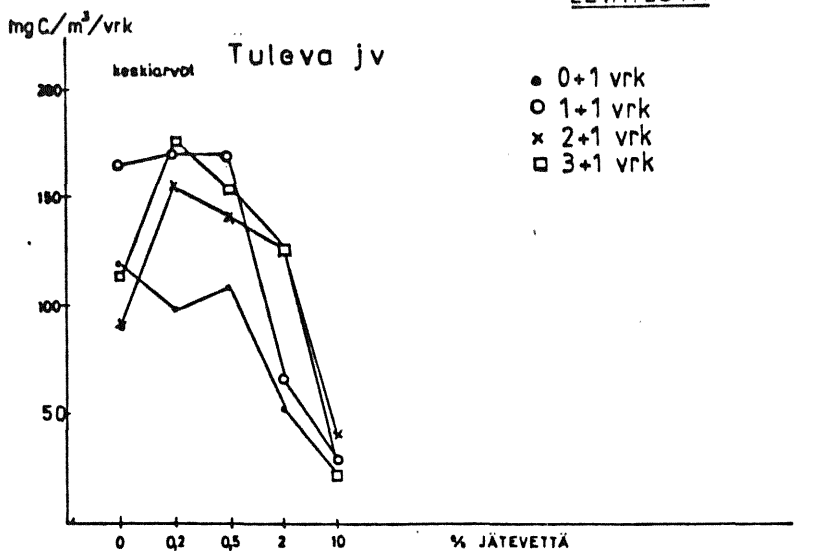
Pimeäsitoutuminen on ollut voimakasta vain 10 %:n näytteessä 1 vrk inkuboinnin jälkeen. Tämä lienee myös osoitusta siitä, että jätevedet eivät ole sisältäneet bakteereille kelpoista ravintoa toisin kuin edellisen vuoden jätevedet.

Taulukko 12

A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKI-
MUS LEVÄTESTITinkubointi valossa 0-3 vrk +
"- radiihiilen kanssa 1 vrkPerustuotantokyky mg C/m³.vrk

Pimeäsitoutuminen

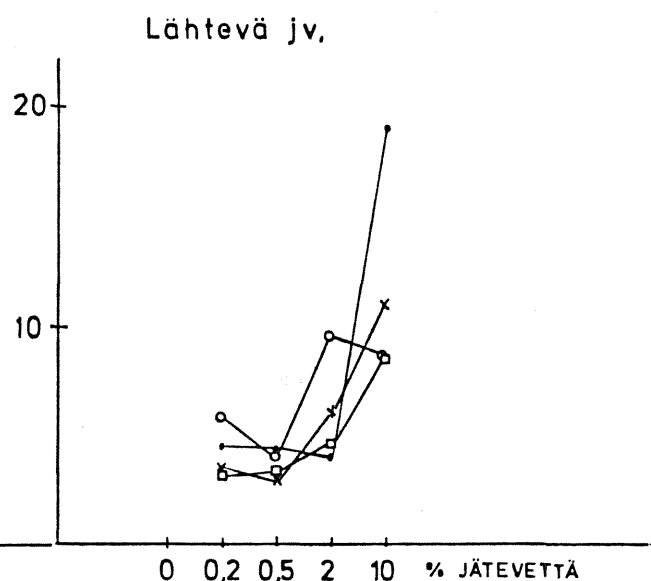
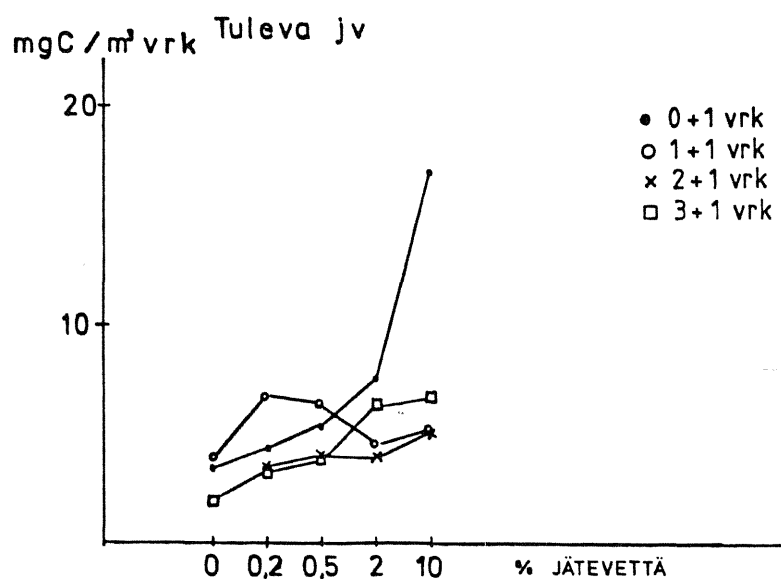
1979		29.10	ka	30.10	ka	31.10	ka	1.11	ka	29.10	ka	30.10	ka	31.10	ka	1.11	ka
Unnukka	A	150	118	150	165	110	90	93	113	4,6	3,5	3,6	4,0	3,3		2,2	2,1
		87		180		69		130		2,5		4,3		26		2,0	
Tuleva jätevesi																	
0,2 %	A	97	98	160	170	150	155	200	175	3,4	4,5	7,1	6,8	3,5	3,6	4,6	3,3
	B	98		180		160		150		5,6		6,4		3,7		2,0	
0,5 %	A	120	109	170	170	130	140	170	155	5,8	5,6	6,8	6,7	3,7	4,2	4,0	4,1
	B	97		170		150		140		5,3		6,5		4,6		4,2	
2 %	A	54	52	66	66	140	125	140	125	7,3	7,7	4,2	4,6	4,1	4,0	6,6	6,5
	B	50		66		110		110		8,1		4,9		3,9		6,4	
10 %	A	21	21	26	27	53	40	20	21	18	17	5	5,3	4,4	5,2	4,9	6,3
	B	20		27		27		21		16		5,6		6,0		7,7	
Lähtevä jätevesi																	
0,2 %	A	120	120	170	170	120	125	100	110	5,1	4,4	4,2	5,9	3,0	3,5	3,5	3,3
	B	120		170		130		120		3,7		7,5		4,0		3,0	
0,5 %	A	93	69	110	105	130	106	170	170	4,9	4,3	3,6	3,9	3,1	3,0	3,3	3,3
	B	44		99		82		170		3,6		4,1		2,8		3,4	
2 %	A	110	84	140	130	170	165	190	180	5,6	4,0	10	9,6	6,4	6,1	2,4	4,7
	B	58		120		160		170		2,4		9,1		5,8		7,0	
10 %	A	42	48	66	67	62	58	69	61	18	19	9,1	8,8	12	11	9,6	8,6
	B	54		68		53		52		19		8,4		10		7,6	
radiohiili-inkubointi 1 vrk				2 vrk		3 vrk		4 vrk		1 vrk		2 vrk		3 vrk		4 vrk	
Unnukka		176		360		580		810		5,6		9,0		9,3		16	



A.AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS
LEVÄTESTIT

Kuva 20

Pimeäsitoutuminen



4.3 K a l a t e s t i t

4.31 Menetelmät

Kalatesteissa koevesinä olivat Unnukan vesi sekä puhdistamolle tuleva ja sieltä lähtevä jätevesi laimennoksina 0,5 % ja 2 %. Koeaika oli 20 vrk.

Kokeissa käytettiin 2-kesäisiä kirjolohia, joiden keskipituus oli noin 25 cm ja keskipaino noin 180 g. Kalat saatiin Savon Taimen Oy:n kalanviljelyslaitokselta. Kalat olivat selvästi kookkaampia kuin edellisen vuoden kokeissa, vaikka ne olivat saman ikäisiä. Syynä on eri laitoksilla käytetty erilainen ruokinta, sillä laitokset kasvattavat kaloja eri tarkoituksiin, Sorsakosken laitos istukkaiksi, Savon Taimenen laitos ruokakaloiksi. Kokeen aikana kussakin akvaariossa oli kahdeksan kalaa.

Analyysitulokset koevesien laadusta akvaarioissa ja jätevesissä on esitetty taulukossa 13 ja kuvissa 21 - 23. Koevesien pH oli varsin tasainen koejakson aikana, 6,4 - 6,7. Johtokyky vaihteli 4,5 - 6,5 mS/m välillä. Akvaariovesien happipitoisuus vaihteli 34 - 80 % kyllästystilasta ja oli keskimäärin 50 - 70 %. Osa happipitoisuuden vaihteluista kokeen alussa johtui ilmastimien säätövaikeuksista ja eri väkevyisten koevesien erilaisesta happea kuluttavasta vaikutuksesta. Puhdistamolle tulevan jäteveden 2 %-laimennos oli selvästi sameampaa kuin muut koevedet.

Kaloja ruokittiin kerran vuorokaudessa 25.10. - 10.11. välisenä aikana. Puhdasvesiakvaariossa ja 0,5 % laimennoksissa (akvaariot I, II ja IV) kalat söivät koko koejakson ajan suunnilleen yhtä paljon. 2 %-lähtevän jäteveden liuoksessa kalat söivät huomattavasti vähemmän ja lakkasivat syömästä 3.11. Puhdistamolle tulevan jäteveden 2 %-laimennoksessa kalat söivät vielä edellistä heikommin ja lakkasivat syömästä 5.11.

Myös kalojen käyttäytyminen 2 %-laimennosten akvaarioissa (III ja V) oli erilaista kuin muissa akvaarioissa. Kalat eivät reagoineet selvästi ulkoisiin ärsykkeisiin, liikkuivat vähemmän, mutta olivat aggressiivisempia toisilleen kuin muissa akvaarioissa. Kokeiden aikana kuoli kolme kalaa, puhdasvesiakvaariosta ja 0,5 % tulevan jäteveden akvaariosta hyppäsi kummastakin kala pois (8. ja 9.11.) sekä 2 %-tulevan jäteveden akvaariosta löytyi 13.11. kala kuolleena.

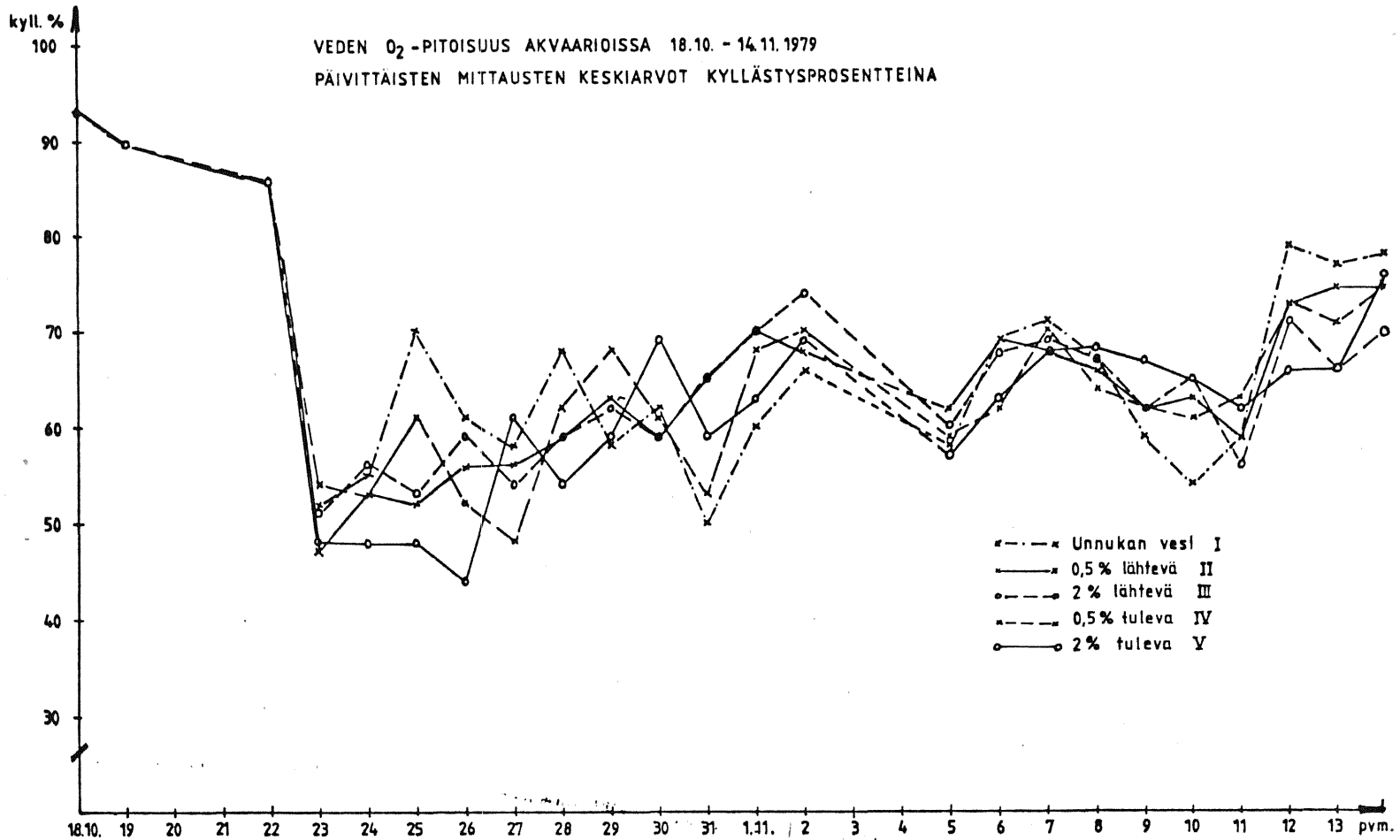
A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

KALATESTIT Akvaarioiden veden laatu 30.10. ja 12.11.1979

	pH		η_{25} , mS/m		alkal. mval/C		happi, mg/l		KHT, mgO ₂ /l		kok.P, μ g/l		kok.N μ g/l		Cl mg/l	
	30.10	12.11	30.10	12.11	30.10	12.11	30.10	12.11	30.10	12.11	30.10	12.11	30.10	12.11	30.10	12.11
Unnukka																
tuleva	6,9	7,1	4,9	4,9	0,15	0,17	10,4	11,1	6,7	7,4	7	12	487	438	2,5	2
lähtevä	6,6	6,7	6,3	5,3	0,22	0,19	6,6	7,8	11,6	8,7	752	55	2279	778	2,9	2
Tuleva jätevesi 0,5 %																
tuleva	6,8	7,0	5,1	5,0	0,18	0,15	10,3	10,3	10,5	12,7	28	28	444	701	2,6	2
lähtevä	6,4	6,6	5,8	5,2	0,21	0,17	5,4	7,3	13,8	11,7	329	44	1848	1026	2,6	2
Tuleva jätev. 2 %																
tuleva	6,6	6,6	5,0	5,5	0,17	0,19	10,1	7,8	18,0	20,8	38	37	568	481	2,6	2
lähtevä	6,2	6,5	5,2	5,9	0,21	0,20	6,5	7,2	31,0	13,2	458	74	4573	1367	2,7	2
Lähtevä jätev. 0,5 %																
tuleva	6,8	6,8	4,9	5,0	0,16	0,17	10,4	10,8	7,4	10,0	10	12	522	474	2,5	2
lähtevä	6,5	6,6	5,8	5,3	0,21	0,18	6,1	7,2	10,1	9,5	264	85	1382	1048	2,6	2
Lähtevä jätev. 2 %																
tuleva	6,8	6,8	5,4	5,3	0,21	0,19	9,9	9,7	13,0	11,9	20	19	503	527	2,7	2
lähtevä	6,5	6,7	5,8	5,5	0,23	0,20	6,8	7,1	14,9	12,7	314	48	1678	960	2,6	2
Jätevesi																
tuleva	8,8	5,0	29,8	42,3					939	1159	981	148	1035	6329		
lähtevä	6,8	6,5	33,8	33,5					284	335	869	113	3587	3602		
Unnukka	7,3		4,9		0,15		11,3		7,3		8		469			

Kala- ja pohjaeläintestitVEDEN O₂-PITOISUUS AKVAARIOISSA 18.10. - 14.11.1979

PÄIVITTÄISTEN MITTAUSTEN KESKIARVOT KYLLÄSTYSPROSENTTEINA



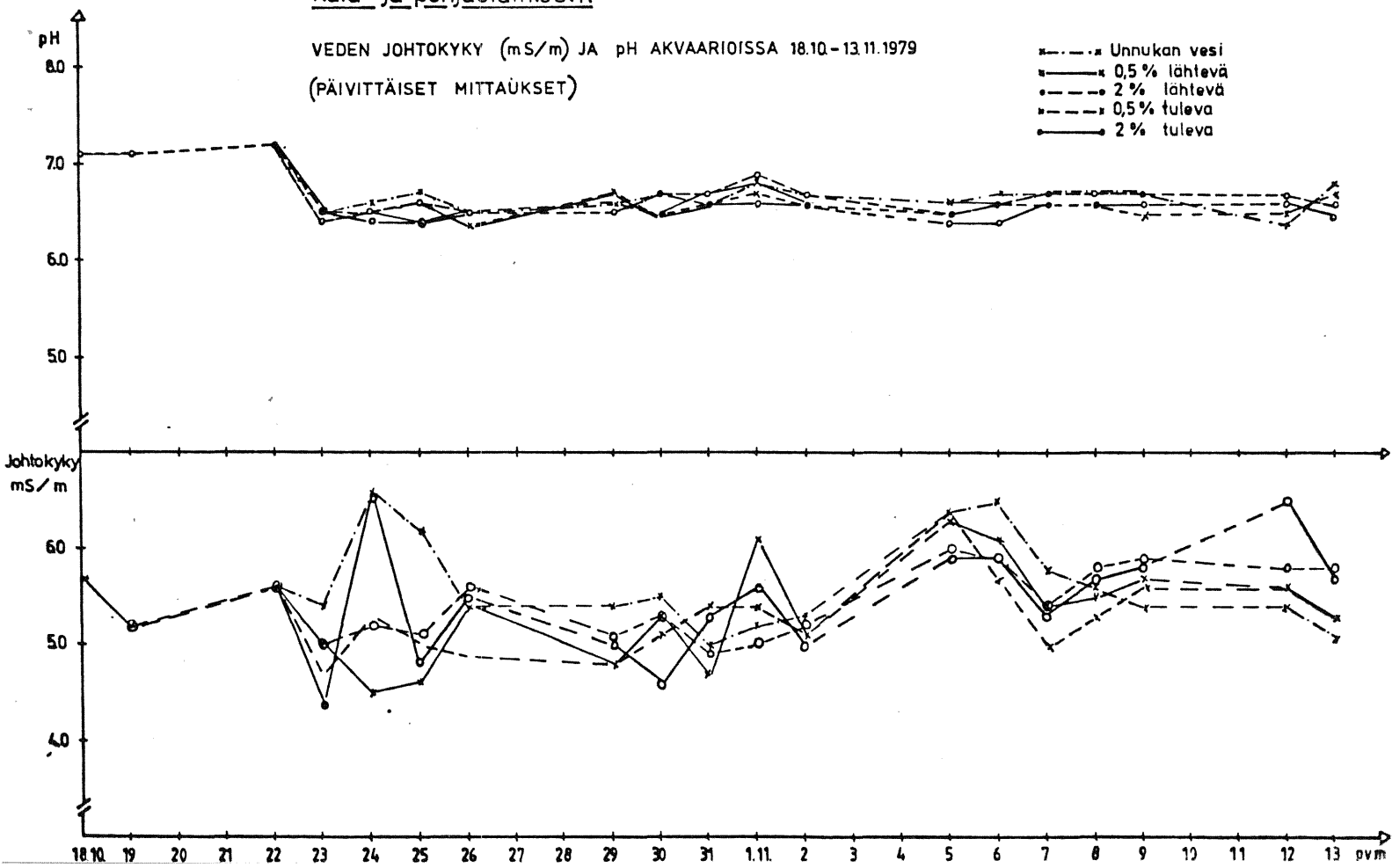
A.AHLSTRÖM OY:N VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

Kuva 22

Kala- ja pohjaeläintestit

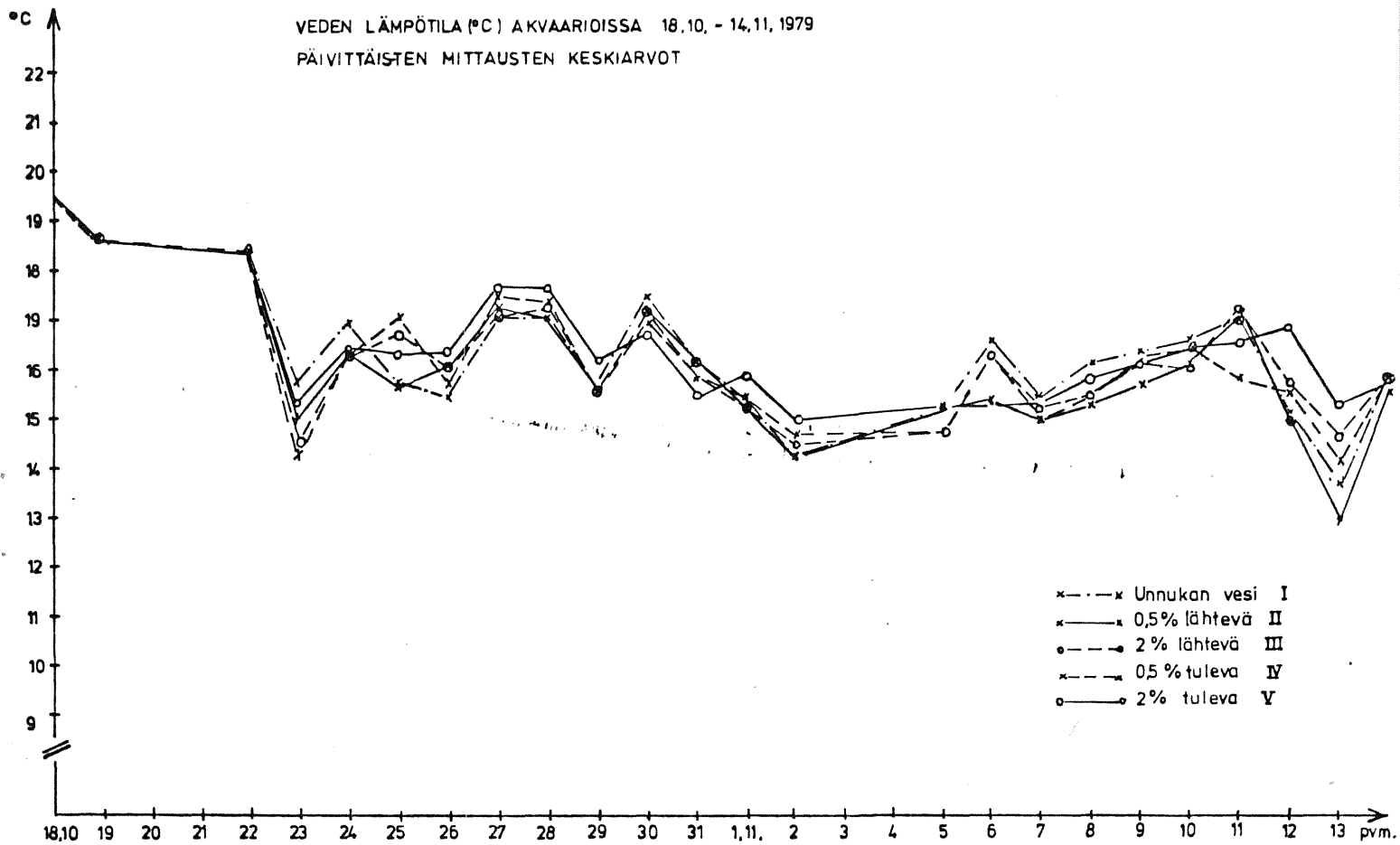
VEDEN JOHTOKYKY (mS/m) JA pH AKVAARIOISSA 18.10.-13.11.1979

(PÄIVITTÄISET MITTAUKSET)



Kala- ja pohjaeläintestit

VEDEN LÄMPÖTILA (°C) AKVAARIOISSA 18.10. - 14.11. 1979
PÄIVITTÄISTEN MITTAUSTEN KESKIARVOT

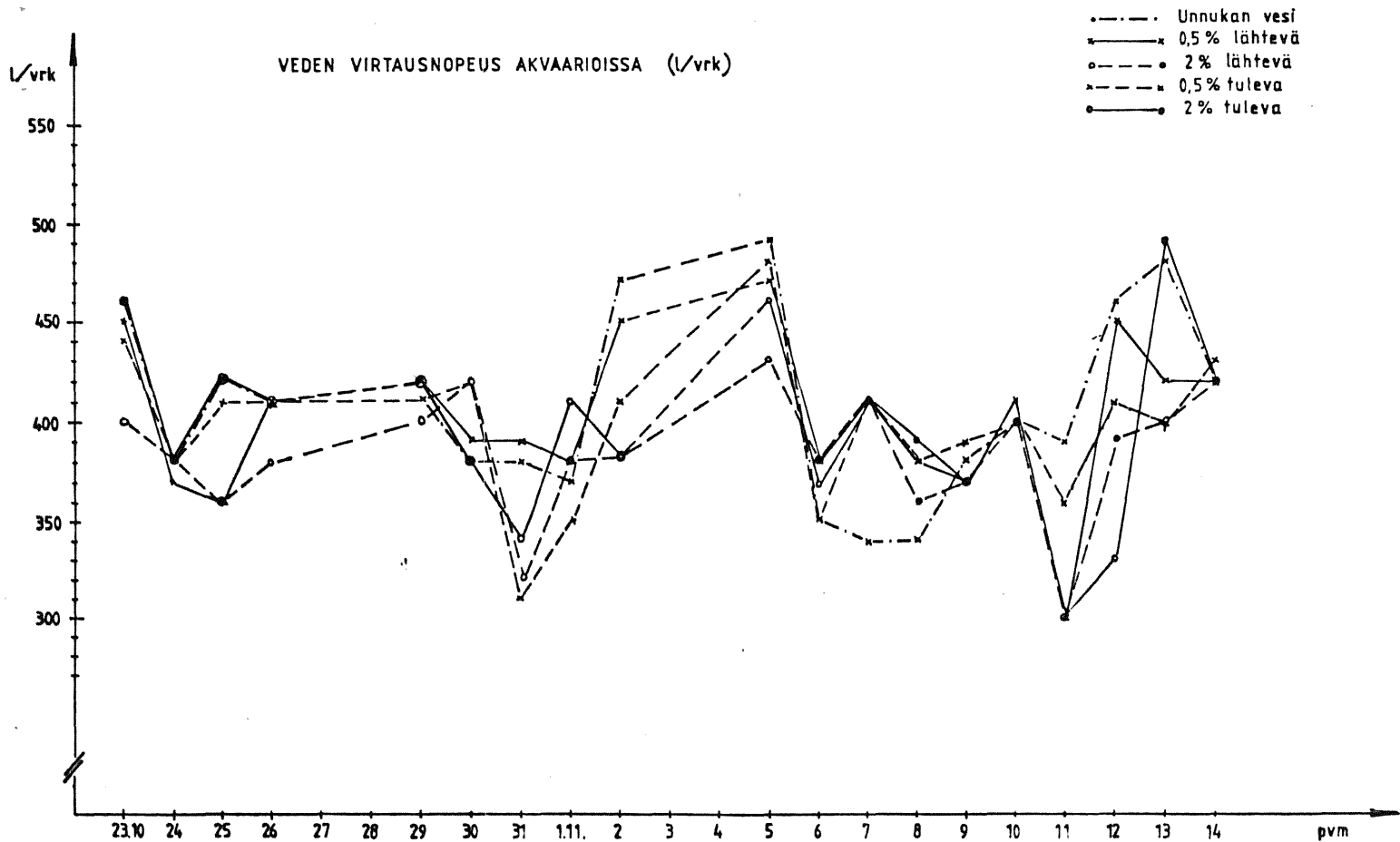


A.AHLSTRÖM OY:N VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

Kuva 24

Kala- ja pohjaeläintestit

VEDEN VIRTAAUSNOPEUS AKVAARIOISSA (l/vrk)



4.32 Fysiologiset testit

Kirjolohien näytteenotto- ja analyysimenetelmät olivat samat kuin vuonna 1978. Kliinis-kemiallisten analyysien tulokset ovat taulukossa 14.

Kalojen kunto- (Hkr, Hb ja MCHC) ja aineenvaihdunta-parametreissä (verensokeri) ei ollut havaittavissa ryhmien välisiä eroja. Tulokseen saattaa vaikuttaa se, että kaloissa oli havaittavissa ulkoisiakin merkkejä aikaisemmasta koeakvaarioissa vallinneesta hapen puutteesta (vrt. kuva 21).

Kudosvaurioita osoittavien entsyymien: plasman al-kaalisen fosfataasin (AP) ja koliiniesteraasin (ChE) sekä valkean lihaskudoksen asetylkoliini-esteraasin (AChE) aktiivisuuden muutokset vahvistavat vuonna 1978 saatua kuvaa jätevesien fysiologisista vaikutuksista kaloihin. Tuloksista voidaan todeta kaksi toisistaan poikkeavaa ryhmää, toisaalta kontrolliryhmä ja molemmat 0,5 % jätevedessä olleet kalat sekä toisaalta 2 % jätevedessä olleet kalat. Mitään arvioita tulevan ja lähtevän jäteveden vaikutusten eroista ei tämän perusteella voida tehdä.

Detoksifikaatioentsyymit B-glukuronidaasi (BG) ja UDP-glukuronosyyliitransferaasi (UDP-GT) määritettiin sekä kalojen maksasta että munuaisesta. Näissä tuloksissa ei voitu todeta merkitsevästi kontrollista poikkeavia arvoja (Student's t-testi). Varianssin (F-arvo) testaaminen ei muuta koeryhmien tulosta ainakaan kontrolliryhmän suhteen, sillä kontrolliryhmän keskiarvojen standardipoikkeama ei ollut yhdenkään parametrin kohdalla pienin.

Ulkoisia muutoksia kaloista todettiin jo mainittujen hapenpuutteesta johtuneiden kidusvaurioiden lisäksi ainoastaan kaloista, jotka oli altistettu 2 % tulevassa jätevedessä. Niiden kaikkien plasma oli värjäytynyt vaaleamman tai voimakkaamman keltaiseksi; ilmiö, jota ei puunjalostusteollisuuden jätevesialtistuksissa ole aikaisemmin todettu.

A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

Kalatestit

Taulukko 14. Kliinisi-kemialliset analyysit kirjolohista 1979

TAULUKKO 14

	I Kontrolli	II Tuleva 0,5%	III Tuleva 2%	IV Lähtevä 0,5%	V Lähtevä 2%	t-testi			
$\bar{x} \pm SD (n)$						p<0.1	o		
						0.05	*		
						0.01	**		
						0.001	***		
pituus cm	25,9 \pm 1,5 (7)	26,7 \pm 1,6 (7)	25,6 \pm 2,0 (7)	24,6 \pm 1,4 (8)	24,3 \pm 1,1 (8)		I-II	I-III	I-IV I-V
paino g	197,1 \pm 40,6 (7)	221,4 \pm 56,6 (7)	178,6 \pm 43,9 (7)	167,5 \pm 34,6 (8)	165,0 \pm 17,7 (8)				
$\bar{x} \pm SE (n)$									
Hkr	26,9 \pm 1,5 (7)	31,6 \pm 1,6 (7)	28,5 \pm 1,5 (7)	29,5 \pm 1,7 (8)	26,9 \pm 2,4 (8)		o		
Hb g/l	61,1 \pm 3,6 (7)	70,4 \pm 3,4 (7)	63,4 \pm 5,3 (7)	66,6 \pm 2,9 (8)	62,9 \pm 5,9 (8)		o		
MCHC g/l	228 \pm 10 (10)	224 \pm 6 (7)	221 \pm 6 (7)	227 \pm 4 (8)	235 \pm 10 (8)				
Sokeri	3,02 \pm 0,44 (6)	3,37 \pm 0,66 (5)	2,36 \pm 0,16 (7)	2,66 \pm 0,37 (7)	2,26 \pm 0,16 (6)				
AP mU/ml	29,3 \pm 3,7 (6)	28,1 \pm 4,3 (6)	16,6 \pm 3,5 (7)	30,0 \pm 2,9 (8)	16,6 \pm 2,8 (6)		*		*
gGT mU/ml	346 \pm 43 (6)	316 \pm 39 (6)	352 \pm 24 (7)	343 \pm 40 (8)	397 \pm 68 (6)				
ChE mU/ml	34,1 \pm 1,9 (5)	42,3 \pm 3,7 (5)	36,1 \pm 2,2 (6)	41,1 \pm 3,3 (6)	32,9 \pm 1,5 (6)		o		
AChE (v.lihas)									
nmol/mg prot/min	220 \pm 24 (7)	83 \pm 9 (7)	101 \pm 10 (7)	156 \pm 18 (8)	96 \pm 4 (8)		*	o	*
BG (maksa)									
nmol/mg prot.	1,32 \pm 0,18 (7)	1,34 \pm 0,12 (7)	1,31 \pm 0,12 (7)	1,28 \pm 0,14 (8)	1,15 \pm 0,11 (8)				
BG (munuainen)									
nmol/mg prot.	1,21 \pm 0,25 (7)	1,41 \pm 0,16 (7)	1,58 \pm 0,22 (7)	1,01 \pm 0,11 (8)	0,97 \pm 0,11 (8)				
UDP-GT (maksa)									
pmol/mg prot/min	199 \pm 24 (6)	229 \pm 19 (7)	186 \pm 18 (7)	226 \pm 13 (7)	206 \pm 18 (8)				
UDP-GT (munuainen)									
pmol/mg prot/min	71,8 \pm 24,5 (6)	63,8 \pm 24,2 (6)	24,8 \pm 5,6 (5)	55,8 \pm 18,2 (6)	73,2 \pm 24,2 (7)				

4.33 Hartsihappojen pitoisuudet

Hartsihapot ovat merkittävä yhdisteryhmä puunjalostusteollisuuden jätevesissä. Hartsihappopitoisuuksien määrittäminen kuuluu useiden laitosten jätevesitarkkailuun ja vesihallitus on tehnyt näiden aineiden esiintymisestä sekä teollisuudenalakohtaisia kokonaisselvityksiä että laitostarkkailukohtaisia selvityksiä.

Tässä tutkimuksessa määritettiin hartsihapot kalojen plasmasta sekä sappinesteestä Åbo Akademin puukemian ja teknologian laitoksella Holmbomin (1977) mukaan. Lisäksi kalojen altistuksen lopussa määritettiin puhdistukseen tulevan ja sieltä lähtevän jäteveden hartsihappopitoisuudet vesihallituksessa (Erkomaa & Mäkinen 1975).

Kokeen lopussa tulevan jäteveden kokonaishartsihappopitoisuus oli 7,52 mg/l ja lähtevässä jätevedessä 20,40 mg/l eli lähtevässä lähes kolminkertainen pitoisuus. Kalojen plasmassa vastaavat määrät olivat 1,01 ja 1,11 mg/g kuivapainoa kohti eli lähes yhtäsuuret, mutta sappinesteessä 2,44 ja 3,86 mg/g kuivapainoa kohti eli lähtevässä jätevedessä olleissa kaloissa yli puolitoistakertaiset tulevassa jätevedessä olleisiin kaloihin verrattuna. Kontrollikalojen plasman pitoisuudet olivat 0,1 - 0,36 ja sappinesteen 0,11 mg/g kuivapainoa kohti. Koska sappinesteen pitoisuudet kuvaavat parhaiten vieraiden aineiden poistumisen tasoa maksasta, eliön tärkeimmästä detoksifikaatiokeskuksesta on kuvassa 25 esitetty eri hartsihappotyyppien, pimaari- ja abietiinityyppisten hartsihappojen pitoisuudet sappinesteessä ja jätevesissä. Tällaisen erittelyn perusteella voidaan sappinesteen todeta kuvaavan varsin selvästi jätevesien aiheuttamaa hartsihappojen kerääntymistä eliöihin.

4.34 Makutestit

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen elintarvikelaboratorioon toimitettiin makutesteihin tehtaan yläpuolelta Unnukasta pyydystetyt kolme haukea ja yksi särki ja alapuolelta Haukivedeltä kuusi haukea ja yksi särki. Pyyntialueet olivat samat kuin v. 1978 ja ne on esitetty kartassa 16. Akvaariossa pidettyjä kirjolohtia ei lähetetty makutesteihin. Näytteet arvosteltiin samoin kuin edellisenäkin vuonna. Taulukossa on esitetty annettujen pisteiden keskiarvot ja arviointi ihmisravinnoksi kelpaavuudesta.

A.AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖN VESIENSUOJELUMAKSUTUTKIMUS

Kalatestit v. 1979

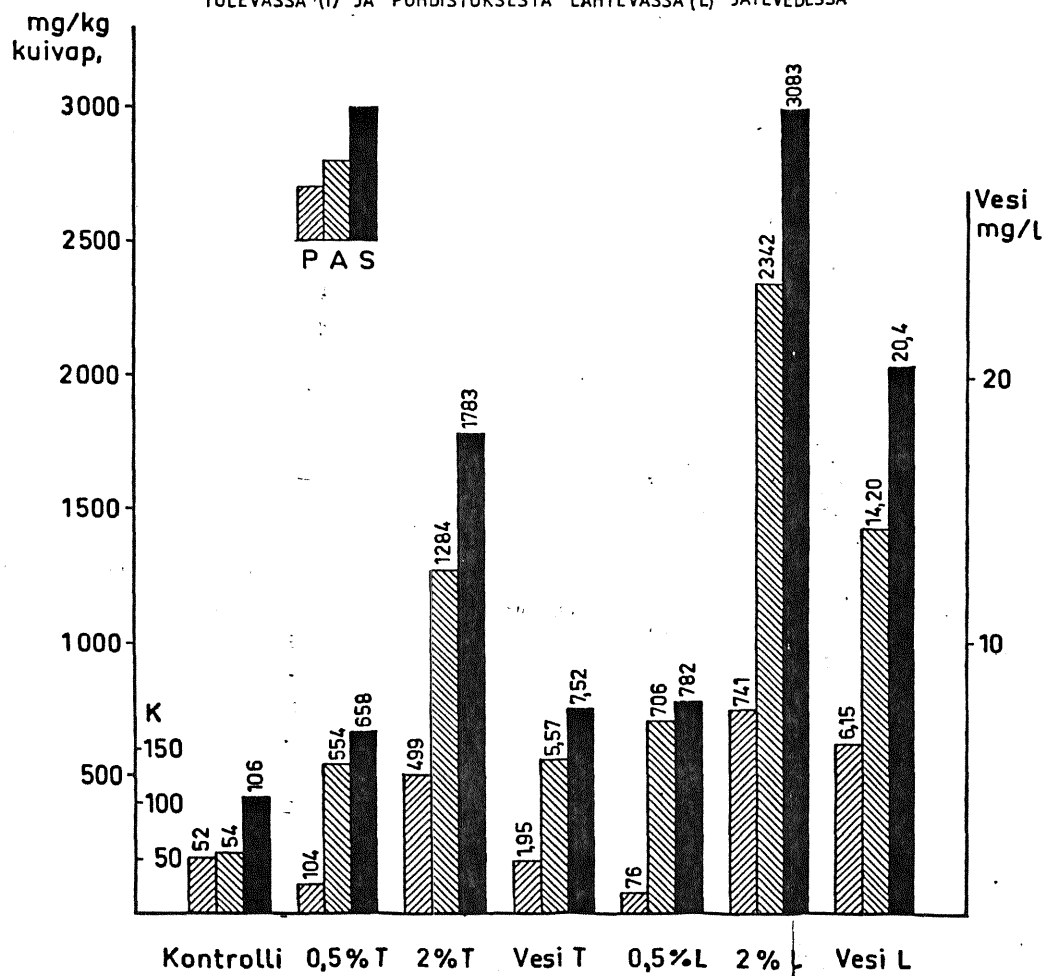
KALOJEN SAPPINESTEEN JA JÄTEVESIEN PIMAARI - (P), ABIETIINI - (A)

JA KOKONAIS - (S) HARTSIHAPPOPITOISUUDET PUHDISTUKSEEN

TULEVASSA - (T) JA PUHDISTUKSESTA LÄHTEVÄSSÄ (L) JÄTEVEDESSÄ

Kuva 25

44



Näyte	Pyyntipäivä	Paino	Reakana		Keitettyä			Pist. yht.	Ei kelpaavaksi arviointi
			Ulkon.	Haju	Ulkon.	Haju	Maku		
			0-2	0-4	0-2	0-4	0-10		
<u>Hauki</u>									
1. Haukivesi, 16.10.79		500 g	1,7	3,4	1,7	3,3	5,8	15,9	1/6
Siitinselkä									
2. "-	16.10.79	700 g	1,6	3,4	1,5	2,4	5,0	13,9	4/6
3. "-	15.6.79	1100 g	1,7	3,5	1,8	2,8	5,1	14,9	4/6
4. "-	16.10.79	550 g	1,7	3,3	1,6	2,5	5,1	14,2	4/6
5. "-	16.10.79	450 g	1,7	3,3	1,6	2,5	4,9	14,0	6/6
6. "-	15.5.79	450 g	1,6	2,9	1,6	2,0	3,7	11,8	6/6
7. Unnukka, 25.9.79		750 g	1,7	3,4	1,8	3,5	6,4	16,8	0/6
Kinkamonselkä									
8. "-	15.5.79	700 g	1,7	3,4	1,5	3,4	7,0	17,0	0/6
9. "-	24.9.79	250 g	1,8	3,5	1,7	3,5	7,1	17,6	0/6
<u>Särki</u>									
1. Haukivesi, 15.5.79		2 kpl	1,5	2,8	1,5	1,9	3,0	10,7	6/6
Siitinselkä									
2. Unnukka, 15.5.79		2 kpl	1,7	3,5	1,6	3,1	6,8	16,7	0/6
Kinkamonselkä									

Sanalliset arvostelut olivat seuraavat:

Hauki

1. Lievä puunjalostusteollisuuden jäteliemen maku
2. Keitettyä tumma; selvä jäteliemen haju ja maku, outo kalkkia muistuttava maku, pihkan maku
3. Selvä jäteliemen haju ja maku, pihkan makua
4. Selvä jäteliemen haju ja maku, karvas pihkamainen maku
5. Selvä jäteliemen haju ja maku, outo kalkin maku, paha pihkamainen sivumaku
6. Voimakas jäteliemen ja pihkan haju ja maku, täysin saastunut kala
7. Lievä mudan maku, muuten melko hyvä
8. Keitettyä tumma liha, ei selvää sivumakua eikä hajua
9. Ei virrehajua eikä -makua, hieman mauton kala

Särki

1. Oudon värinen liha, voimakas jäteliemen maku ja haju, täysin saastunut kala
2. Mudan makua, muuten hyvä

Laboratorion käsityksen mukaan on jäteveden saastuttamia kaloja, mikäli niissä esiintyy vierasta hajua tai makua, pidettävä elintarvikeasetuksen 9 §:n vastaisina ja niin ollen ihmisravinnoksi kelpaamattomina ja sopimattomina.

4.4 Pohjaeläintestit

Pohjaeläinkokeet tehtiin käyttäen koe-eläiminä vesisiirroja, jotka oli kerätty Unnukasta. Koeastioina oli edellisestä vuodesta poiketen akryylimuovista rakennetut lokerikot, joissa irroitettavalla väliseinällä oli erotettu kolme osastoa. Vesitilavuus oli noin 3,8 l ja vesitilan korkeus noin 5 cm. Vesi tuli lokerikkoihin akvaarioista ja viipymä lokerikoissa oli noin 10 - 18 min. Kussakin lokerikossa oli 17 vesisiiraa. Seuraavassa taulukossa on esitetty vesisiirujen määrät kussakin lokerikossa viikoittain suoritettun laskemisen tuloksena.

pvm.	I Unnukan vesi siirroja			II 0,5 % läht. jv siirroja			III 2 % läht. jv.			IV 0,5 % tuleva jv.			V 2 % tuleva jv.		
	elos- sa	kuol- lut	ka- don- nut	elos- sa	kuol- lut	ka- don- nut	elos- sa	kuol- lut	ka- don- nut	elos- sa	kuol- lut	ka- don- nut	elos- sa	kuol- lut	ka- don- nut
26.10.	19			17			17			17			17		
2.11.	17	1	1	14		3	15	2		15		2	14		3
9.11.	16		1	14			12	3		12	3		12		2
14.11.	16			13		1	12			12			11		1
		1	2			4		5			3	2		3	3

Merkittäviä eroja vesisiirujen selviytymisessä ei eri lokerikkojen välillä ollut. Koetta vaikeutti se, että eläimet pystyivät kiipeämään seinämien yli. Lisäksi puhdistuksesta huolimatta lokerikkoihin kertyi orgaanista ainetta, joka tukki veden virtausta ja vaikeutti siirujen liikkumista.

4.5 Tulosten tarkastelu

4.51 Vuoden 1979 tulokset

Vuoden 1979 bakteeritesteissä ei selvästi voitu todeta myrkyllisiä vaikutuksia, mutta jäteveden bakteereille kelpvollisten ravintoaineiden vähäisyys on havaittavissa.

Levätesteissä tulevan jäteveden väkevin laimennos 10 % on selvästi inhiboinut levien tuotantoa, lähtevän jäteveden väkevin laimennos ei yhtä jyrkästi. Muissa jätevesipitoisuuksissa ei ole havaittavissa selvää inhibointia eikä stimulointia eikä eroja tulevan ja lähtevän jäteveden välillä.

Kalatesteissä todettiin jätevesien vaikutuksia 2 % jätevesilaimennosten akvaarioissa. Eroja tulevan ja lähtevän jäteveden vaikutusten välillä havaittiin vain hartsihappojen osalta.

Kokeiden perusteella ei jätevedellä näytä siinä pitoisuudessa, missä se vesistössä esiintyy, olevan myrkyllisiä vaikutuksia tutkittuihin eliöihin. Kaloihin se kuitenkin aiheuttaa makuvirheitä.

4.52 Yhteenveto v. 1978 ja 1979 tuloksista sekä muista vastaavista Suomessa tehdyistä tutkimuksista

Bakteeri- ja levätestit antoivat molempina tutkimusvuosina hyvin samansuuntaiset tulokset. Bakteereille kelpollisen ravinnon puuttuminen v. 1979 oli selvin ero. Jäteveden puhdistamon vaikutusta jätevesien laatuun ei koejakson 1979 aikana voitu todeta, koska puhdistuslaitos oli käynnistetty vasta koejakson alussa ja puhdistusprosessi ei vielä ollut käynnistynyt.

Suomessa on levä- ja bakteeritestejä käytetty aiemmin mm. Etelä-Saimaalla, Kaskisten ja Mäntän vesialueilla sekä Äänekoskella ja Jämsässä (Jyväskylän yliopisto, vesihallitus).

Vuosien 1978 ja 1979 kalafysiologiset tutkimukset ovat osa laajempaa tutkimuskokonaisuutta, jonka tarkoituksena on selvittää selluloosa- ja paperiteollisuuden jätevesien fysiologisia vaikutuksia sekä kehittää luotettavia myrkyllisyyden määritysmenetelmiä käytännön vesiensuojelun tarpeisiin. Tutkimukset perustuvat suurelta osin Helsingin yliopistossa tehtyyn perustutkimukseen.

Kalafysiologisten menetelmien kehittäminen aloitettiin vesihallituksessa vuonna 1976. Puunjalostusteollisuutta koskevia tutkimuksia on tehty seuraavasti.

Vuonna 1977 tutkittiin Etelä-Saimaalla jätevesien fysiologisia vaikutuksia itse vesistössä siellä sumputetuista kaloista sekä vesistöstä pyydettyistä kaloista. Vuonna 1979 tutkittiin Oy W. Schaumanin tehtailla Pietarsaassa valkaisu- ja kuorimojätevesien biologista puhdistusta pilot-plant mittakavassa. Laitoksen vaikutuksia jätevesien myrkyllisyyteen tutkittiin mm. kalafysiologisin menetelmin sekä määrittämällä kalaan, lähinnä sen vereen ja sappeen kerääntyviä haitallisia aineita kuten hartsihappoja ja kloorautuneita fenoliyhdisteitä. Vesihallituksen yhteistyölaitokset näissä tutkimuksissa ovat tehneet vastaavia tutkimuksia mm. Etelä-Saimaalla, Kaskisissa, Äänekosken alapuolella sekä Pietarsaassa. Tutkimuksia, joissa näiden Varkauden tutkimusten tavoin pyritäisiin selvittämään käytännön mittakavaaisen puhdistustoiminnan vaikutuksia jätevesien myrkyllisyyteen ei maassamme ole aikaisemmin tehty.

Vuosien 1978 ja 1979 kalafysiologiset tutkimukset antoivat samansuuntaisia tuloksia. Erityisen selvästi jätevesien vaikutus voitiin todeta kudosisvaurioita ja detoksifikaatioita osoittavissa entsyymeissä. Vastaavanlaisia tuloksia on saatu Etelä-Saimaan ja Pietarsaaren tutkimuksissa, joten jätevesien vaikutuksia parhaiten kuvaavien parametrien joukko alkaa hahmottua.

Vuoden 1979 tutkimuksissa todettiin jätevedessä altistettujen kalojen sapen hartsipitoisuuden kuvaavan varsin hyvin jätevesien hartsihappopitoisuuksia. Pietarsaassa vuoden 1979 tutkimuksessa todettiin kalan plasman ja sapen kokonaishartsihappopitoisuuksien perusteella näiden aineiden osalta 50 %:n reduktio biologisessa puhdistuksessa. Kemiallisesti jätevesiä analysoimalla todettu reduktio oli noin 75 %.

4.53 Tutkimuksen jatko

Tutkimuksia jatketaan syksyllä 1980, jolloin uusi sulfaattiselluloosatehdas on jo toiminnassa. Testeissä voidaan pääpaino asettaa puhdistamon vaikutusten selvittämiseen jäteveden myrkyllisyyteen, kun puhdistamon toiminta on vakiintunut.

K i r j a l l i s u u s

Erkomaa, K. & Mäkinen, I. 1975. Vesihallinnon vesi-
tutkimuksissa käytettävistä analyysimene-
telmistä. Vesihallituksen tiedotus 85.41 pp

Holmbom, B. 1977. Improved gaschromatographic
analysis of fatty and resin acid mixtures
with special reference to tall oil.
J. Am. Oil. Soc. 54:289-293.

Oikari, A., Soivio, A., Tuurala, H., Nyholm, K.,
Kajava, R. & Miettinen, V. 1979. Fysiologisia
tutkimuksia likaantuneiden vesistöjen
hauesta ja tulosten soveltuvuudesta veden
laadun arviointiin. Vesihallituksen tiedo-
tus 166:1-49

